



Großmembran Mikrofon Umbau und Modifikation eines MCO5



...und Tipps und Hinweise rund um das Großmembranmikrofon

Eine Abhandlung von Jens Kelting
Copyright 2010 – Alle Rechte vorbehalten!
Nachdruck nur mit Zustimmung des Verfassers!
Krankenhausradio Elmshorn – **Radio K.R.E.**

V1.3 – Mai 2010

1. Vorwort

Es ist schon erstaunlich, wie unterschiedlich Großmembranmikrofone klingen. Die Erfahrung hat schon jeder Studiotechner gemacht. Doch liegt es nicht immer am Aufdruck und dem dahinter stehenden Hersteller – sondern oft an der Technologie, die sich hinter dem Drahtkorb verbirgt.

Zum Groll der bekannten Hersteller haben sich in den letzten 8 Jahren viele preiswerte Mikrofone das historische Preisdiktat ins Schwanken gebracht. Was bisher jenseits der 1000 Euro Grenze lag, rückt nun in greifbare Nähe.

Wer nun denkt, die „preiswerten“ Gurken wären fernöstlicher Abfall liegt vollkommen daneben. Klar ist, dass die dort vorherrschenden Qualitätsstandards den Deutschen Vergleichsbeispielen nicht immer gerecht werden. Doch wen interessiert es, ob auf der Leiterplatte zahlreiche Kennzeichnungen in Form von Stempelchen und Farmpupfen die Hochwertigkeit der Bauteile bestätigen. Maßgebend sind für den durchschnittlichen Anwender die klanglichen Resultate des in der Mikrofonspinne hängenden Schallempfängers.

Wichtig ist für den Erfolg eines Produktes der erste Eindruck. Auspacken, Anfassen und verwenden. Egal welcher Name auf dem Korpus vom Mikro steht – entscheidend ist der tatsächliche Klangeindruck. Jener „Sound“ der sich am Ohr einstellt, nachdem das Gerät besprochen wurde. Oft genug wurden wir in zahlreichen Versuchen und Laboraufbauten von den unscheinbaren „Kisten“ verblüfft – in Klang und Ausstattung.

Nun bleibt abzuwägen, mit welcher Transparenz ich einen Nachrichtensprecher über den Sender jagen möchte - und ob es Sinn macht, über ein 1200 Euro teures Mikrofon zu sprechen, wenn der Sprecher selbst über einen datenreduzierten mp3-Stream zu hören ist.

So schießen viele Anwender mit Kanonen auf Spatzen und geben in fester Überzeugung Unsummen für Mikrofone aus. Oftmals in dem Glauben, das eigene Profilbild vor dem Supermikrofon wäre „das“ passende Bild für das Forum. Es lebe die Profilneurose, die sich in zahlreichen Studios und Bemerkungen angeblicher „Freaks“ wiederfindet.

Grenzenlose Ignoranz zum preiswerten Gerät verbannen jene Anwender in die Wüste Gobi die es wagen, sich aus der einfachen Geräteecke zu bedienen und die angepriesenen Markengurken als „zu teuer“ anzutun.

2. Angstschweiß und Panikmache

Wie schlimm sind die Spätfolgen und Auswirkungen, wenn der tatsächliche Name vom verwendeten Mikrofon ans Tageslicht kommt? Kann sich der Studiobetreiber oder Techniker beim Radiosender noch sehen lassen, wenn die wahren „Namen der Mikros“ bekannt werden...?

Leider bewahrheiten sich die akustischen Prophezeiungen der Experten selten in jenen Fällen, bei denen man es erhofft hätte. Gemäß der Beschreibung „wer preiswert kauft, kauft zweimal... mindestens“ lassen sich tatsächlich Parallelen ziehen – doch in der heutigen Welt des FAG kann der Käufer den Artikel prüfen und sich erst dann zum eigentlichen Kauf entschließen. Ein „Kauf auf Probe“ ermöglicht den Test eines favorisierten Mikrofons.

Es gibt ohnehin keine eindeutige Kaufempfehlung, denn das Innenleben ist oftmals einer Fabrik entsprungen. Nur die Cases werden entsprechend mit Hausnamen einiger bekannter Musikhäuser versehen. Stimmen die Auftragsmengen, lassen sich nahezu alle Beschreibungen auf die Cases drucken. So kann auch die kleine Technikerwerkstatt Mikrofone im großen Stil modifizieren und verkaufen. Die Idee macht es dann – und die verwendeten Bauteile.

Genau an dieser Stelle setzt diese kurze Beschreibung an – ohne jetzt eine Abhandlung über den Selbstbau eines solchen Mikrofons zu schreiben. In Bezug auf die immensen Bauteilkosten lohnt es sich nämlich nicht, nur eine Sekunde an diesen Gedanken zu verlieren. Allerdings ist die Modifikation bestehender Geräte durchaus sinnvoll, denn hier sind alle mechanischen Elemente vorhanden.

Die Kapsel ist das Herzstück und gilt als Wegweiser für den späteren Klangeindruck. Aber auch andere Elemente bestimmen den Charakter des Mikrofons.

3. Technischer Aufbau

Ein Großmembran Mikrofon besteht aus einer Kondensator-Kapsel. Eine Membran, die als Kondensator arbeitet, verändert durch Bewegung die Kapsel-Kapazität. Je nach Beschaltungsform, kann diese Änderung zur Rekonstruktion der Schallinformationen herangezogen werden. Durch die geringe Massebewegung der dünnen Membrane ist auch die Übertragung kleiner Schallpegel problemfrei möglich. Dies erklärt auch die Transparenz und Authentizität der von Großmembran erzeugten Signalpegel.

Zwei grundlegende Schaltungstechniken werden dabei eingesetzt:

Die Mikrofonkapsel arbeitet zusammen mit einer Spannungsquelle als Teiler und erzeugt an einem Messpunkt eine tonfrequente Wechselspannung. Abgegriffen und verstärkt kann diese zur weiteren Verarbeitung an ein Mischpult geleitet werden:

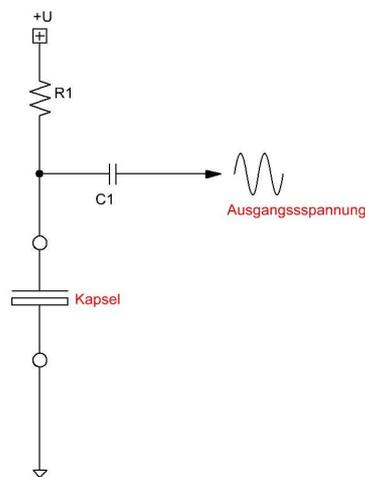


Bild: Grundprinzip / Schaltungstechnik mit Gleichspannung und Spannungsteiler

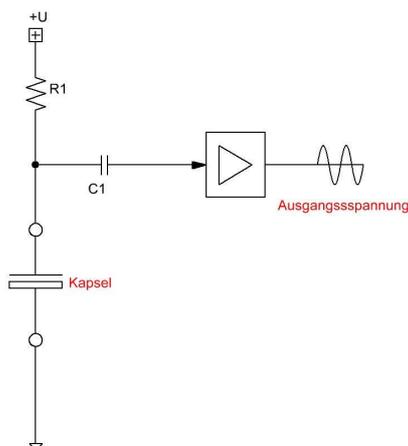


Bild: Nachgeschalteter Verstärker zur Impedanzanpassung

Eine weitere, seltene Schaltungstechnik ist die HF-Anwendung. Dabei bildet die Kapsel zusammen mit einem Schwingkreis eine Brückenschaltung. Je nach dem, wie die Brücke durch die Ruhelage der Kapselkapazität abgeglichen ist, entsteht durch die Asymmetrie in der Brücke eine Fehlerspannung. Diese AM modulierte Schwingung kann durch einen nachgeschalteten Demodulator wieder hörbar gemacht werden.

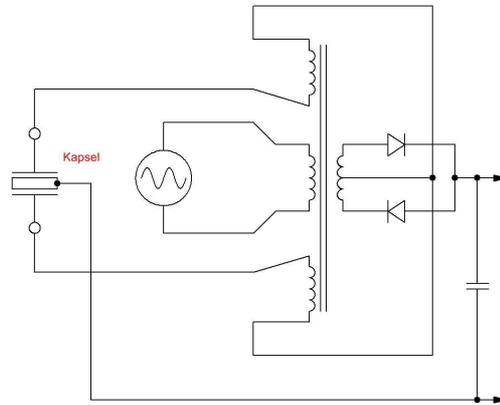


Bild: Hochfrequenz-Schaltung an einem Mikrofon

4. Anwendung in der Praxis

Beide Schaltungen sind durchaus verwendbar – haben aber Vor- und Nachteile. Die HF Schaltung ist weitgehend gegen Isolationsprobleme unempfindlich, da es nur auf die Kapazität – und nicht auf hochohmige Spannungsteiler ankommt.

Die meisten Mikrofone aus dem unteren Preissegment verwenden die Spannungsteiler Schaltung, deren Umsetzung sich einfach gestaltet.

Hinzu kommen die verschiedenen Anforderungen an verwendete Bauteile in der HF Technik, die wesentlich engere Toleranzen erfordern. Diese Rahmenbedingungen werden von den meisten „Preiswert-Manufakturen“ nicht hinreichend erfüllt.

5. „Audiophiler Klang“ – der „Sound“ eines Mikrons

Doch was macht den Klang der Mikrofone letztendlich nun aus? Betrachten wir dazu die Funktionsschaltung dieser Mikrofone, die im Gegensatz zum dynamischen Schallwandler einiges mehr an Bauteilen zu bieten haben. Übrigens arbeiten fast alle hochwertigen Kondensatormikrofone nach dem nachfolgenden Prinzip – nur das bei älteren Modellen auch Röhren zum Einsatz kommen.

Einige „Retro-Freaks“ geraten ohnehin in emotionale Höhenflüge – wenn jene Ohren Begriffe wie „Retro und Vintage“ erreichen. Doch hier ist Vorsicht geboten, denn einige Mikrofonschmieden der Neuzeit haben erkannt, das sich extrem viel Geld mit der Retro-Nummer und „gebaut nach original Schaltungsunterlagen“ verdienen lässt. In vielen finden befinden sich in den Mikrofonen die typischen „billig Bauteile“ aus der fernöstlichen Grabbelkiste.

Klar ist auch, das ein heute gefertigtes Mikrofon mit modernen Bauteilen niemals so klingt, wie eine alte Gammelkiste aus den 60er Jahren. Ob die alte Gammelkiste – oder das mit SMD Bauteilen bestückte Supermikro aus der Raumfahrt besser klingen mag, muss der Anwender selbst entscheiden. Eine Maßeinheit für den Klang von Mikrofonen gibt es bisher nicht...

Aus diesem Grund beschränken wir hier die Erklärungen auf sachlicher Ebene und bedenken auch gezielt, das diese Zeilen dem Zweck der technischen Anregung dienen. Es ist Unfug, ein altes U47 komplett zu entkernen und es dann in ein Supermikro zu verwandeln. Die Klasse spricht für sich – so gehören diese Mikrone in den Originalzustand. Punkt.

Das sich mit heutiger Fertigungstechnik wesentlich bessere Eigenschaften erreichen lassen, steht außer Frage. Nur in wiefern der Anwender diese Eigenschaften der musikalischen Perfektion in seinen Produktionen verwenden möchte, bleibt bis heute ungeklärtes Neuland.

6. Die Röhre im Mikrofon

Betrachten wir dazu die historische Grundschialtung mit einer einfachen Elektronenröhre – hier mit einer Triode realisiert. Einige Hersteller verwenden Pentoden, die als Triode geschaltet werden. Welche akustischen Nebenwirkungen durch den schaltungstechnischen Einsatz der Röhre entstehen, muss der Nutzer von akustischer Seite selbst entscheiden:



Bild: Miniaturröhre im universellen Einsatz. In den heutigen Mikrofonen kommen meistens die preiswerten ECC83 Typen zum Einsatz. Historische Mikrofone setzten die RE164 ein – eine für moderne Verhältnisse nicht mehr verfügbare Röhre.

Doch auch die Modifikation bestehender Röhrengeräte bescheren den Mikrofonen wahre akustische Wunder. Schon der Einsatz einer betagten ECC83 oder ECC82 aus einem alten Röhrenradio schlägt eingesetzte China-Röhre meistens um Längen.

Die wahren Freaks bedienen sich russischer HF-Pentoden oder Miniaturröhren – die allerdings auf Grund ihrer Mikrofonieeigung durch gespannte, direkt geheizte Kathoden zu den Problembehafteten Röhren gehören. Eine kleine Exkursion soll Aufschluss über die Wirkungsweise von Röhren geben...

6.1 Die Röhre – eine kleine Exkursion zur Heizung und Funktion

Um in einer Elektronen den erforderlichen Elektronenfluss auszulösen, müssen die kleinen Dinger erste mal auf „Touren“ gebracht werden. Da Elektronen von Haus aus faul sind, hilft nur eine geheizte Kathode, damit die Teilchen schnell verschwinden und zur gegenüberliegenden Anode ziehen.

Zwischen Kathode und Anodenblech liegt das Gitter. Je nach elektrischem Potential werden die Elektronen an der Wanderung gehindert – oder passieren das Gitter ungebremst. Bauartbedingt verwendet die Triode nur ein Gitter zur Regelung des Anodenstromes.

Sind die Elektronen zu schnell, prallen sie von der Anode wieder ab und verirren sich in der Röhre. Ein Bremsgitter in der Pentode sorgt für die erforderliche „Bremswirkung“ und hindert die Elektronen am übermäßigen Aufschlag am Anodenblech. Daher verfügen Pentoden über drei Gitter: Steuergitter, Schirmgitter und Bremsgitter.

Auf die genaue Beschreibung der drei Gitter verzichten wir hier. Da die Röhre eine zusätzliche Heizspannung benötigt, kann die ohnehin nur gering belastbare 48Volt Phantomspannung nicht verwendet werden.

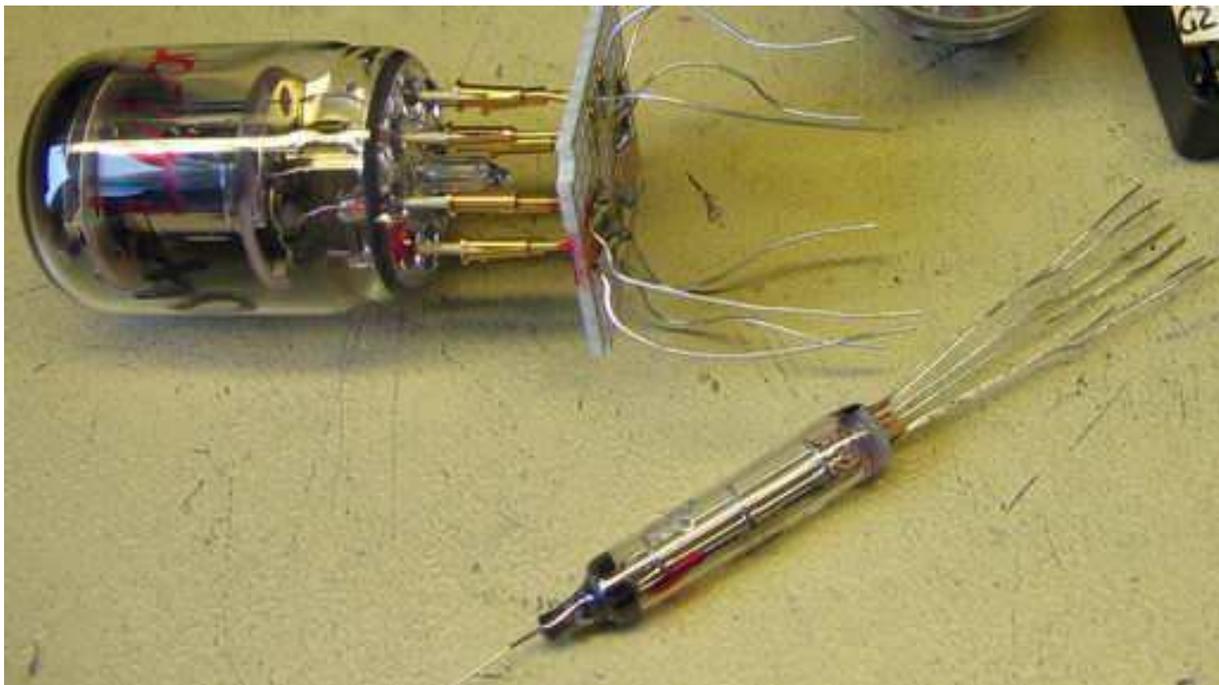


Bild: Grosse und kleine Mini-Pentode

Je nach Einsatzsart lassen sich nahezu alle möglichen Röhren in Mikrofone einsetzen, denn es kommt hauptsächlich auf die Bauform und den extrem hohen Eingangswiderstand an. Da an der Mikrofonskapsel eine hohe Polarisationsspannung von durchschnittlich 60 Volt benötigt wird, lässt sich diese direkt von der Anodenspannung der Röhre abgreifen.

Nach verwendeter Schaltungsart verfügt die Röhre dann über eine ausreichende Verstärkung, um den Ausgangsübertrager direkt zu treiben. Ein einstufiger Röhrenverstärker bildet dann das Grundstück des Mikros. Nur wenige Mikrofone setzen eine Doppeltriode (ECC83 usw) als zweistufigen Verstärker ein.

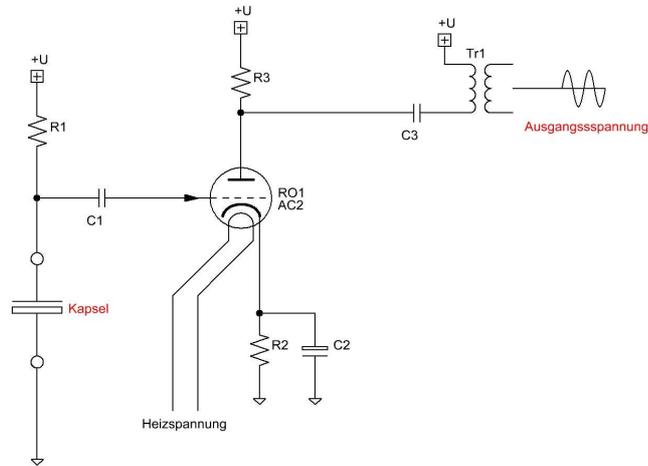


Bild: Röhrenschaltung als Verstärker für die Kapselspannung

Wird eine Röhre verwendet, muss zusätzlich eine hohe Anodenspannung zwischen 60 und 300 Volt bereitgestellt werden. Hinzu kommt noch die Heizspannung von 6,3 Volt – oder entsprechenden Kleinspannungen bei Miniaturröhren. Es kommt auch die Röhre und deren Beschriftung an. Selbst das Zusammenspiel zwischen Übertrager und Verstärkerschaltung ist maßgeblich am Klang beteiligt.

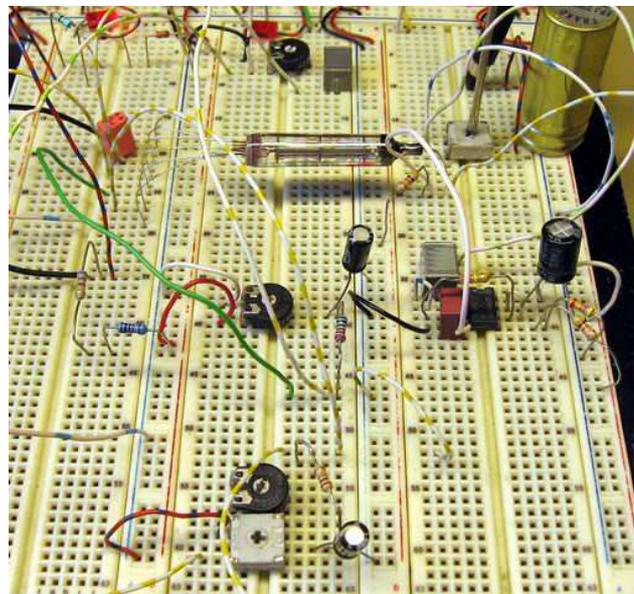


Bild: Testaufbau mit einer russischen Mini-Pentode (1SH24)

Die kleine Bauform der Röhre ermöglicht dem Einbau in kleine Gehäuseformen oder der nachträglichen Erweiterung bestehender Schaltungen.

7. Das große Geheimnis: Die Kapsel

Wenig Einfluss mit irgendwelchen Modifikationen haben wir auf die verwendete Mikrofonkapsel. Die optisch geheimnisvoll aussehende Kapsel ist das Kernstück des Mikrofons. So hochwertig wie die Kapsel auch aussieht - so empfindlich ist sie auch. Schon der Gedanke, als Laie die Schrauben des Halterings zu lösen sollten beim bloßen Gedanken daran verworfen werden. Das, was in einem wunderbaren Video einer bekannten Mikrofon Schmiede so „ober-easy“ aussieht, ist in Wahrheit eine Präzisionsarbeit, die von geschulten Händen vollbracht wird. Klar gibt es auch unter den Studiofreaks, die ihre Großmembranmikrofone zum Frühjahrsputz auch unter der Membrane aussaugen – jedoch zählen die Experten nicht zur Regelbestückung eines Studios...



Bild: Großmembrankapsel in einem MCO5

Schön zu erkennen ist die dünne Goldschicht auf der Membran, die als Gegenelektrode zum großen Festkörper dient. Die darin befindlichen „Sackbohrungen“ sorgen für das benötigte Luftvolumen zum Aufbau eines entsprechenden Gegendruckes.

Der Versuch der Demontage zwecks Reinigungsarbeiten oder anstehenden „Modifikationen“ geht zu 99,9% schief! Fakt ist, das die Kapsel nach derartigen Eingriffen definitiv unbrauchbar wird. Doch warum ist das so?

Bedenkt man den geringen Abstand zwischen Folie und Trägerplatte, können selbst kleinste Staubpartikel die Membranauslenkung empfindlich beeinflussen. Durch ein Staubkorn stößt die Folie an den Fremdkörper und wird an weiteren Schwingungen gehindert. Der Abstand zwischen Folie und Grundplatte entscheidet jedoch über die akustischen Merkmale des Mikrofons.

Bei der Fertigung werden die Kapseln mit einer speziellen Spannvorrichtung mit der entsprechenden Folie versehen. Auch Reparaturarbeiten an der Kapsel müssen die Hersteller und Servicewerkstätten strikte Arbeitsvorschriften einhalten, um die Funktionalität der Kapsel nicht zu gefährden.

7.1 Die Kapselrückseite



Bild: Auf der passiven Rückseite befindet sich keine Beschichtung.

Jedoch kann bei Verwendung eines zweiten Anschlusses die Richtwirkung des Mikrofons verändert werden. Entsprechende Umschaltungen in Bezug auf die angelegten Polarisationsspannungen verändern die Richtcharakteristik. Die Umkehr der Vorzeichen durch Verdrehen der Anschlusspolarität beschert dem Mikro dann gegensinnige Phasenlagen, die auch Zwischenstufen der Kugel, Niere und Achterwirkung ermöglichen.

Einige Modelle setzen dabei sogar auf Fernsteuerungen, die unterschiedliche Richtwirkungen aus der Ferne ermöglichen.

Schön zu erkennen die sogenannten „Sackbohrungen“ die eine genaue Abstimmung der vorhandenen Luftpolster ermöglichen. Grob gesagt stellt diese Kombination ein geschlossenes System dar. Durch den Umstand, dass wir in diesem Bereich von Mikrometern sprechen – sind kleinste Veränderungen auf der Folie von bedeutender Auswirkung was auch die Empfindlichkeit gegenüber Fremdeinwirkungen (Staub, Nikotinschichten oder erhebliche Ansammlungen von getrocknetem Speichel)

So erklärt sich auch die Handhabung, warum diese speziellen Mikrofone grundsätzlich gegen Schmutz und Feuchtigkeit bei Besprechung und allgemeiner Nutzung geschützt werden sollen. Selbstverständlich schwören einige Anwender auf die bereits „verwarzten“ Kapseln älterer Modelle, die dadurch erst ihren eigenwilligen Klangcharakter erhalten. Nun bringt es allerdings nicht viel, ein solches Mikrofon zwei Wochen lang in die Bude eines Kettenrauchers zu stellen, um es dann mit zahlreichen Sorten fein sortiertem Edeldreck zu bewerfen...! Derartige Versuche, aus einem neuwertigen Mikrofon ein wirkliches Retro-Klangobjekt zu machen schlagen fehl. Es ist bis heute nicht im Ansatz erklären, warum gewisse Mikrofone halt anders klingen und in den Tonstudios in den behüteten Schränken verschwinden.

8. Die Kapsel und der Abstand

Fakt ist aber, dass jede Art von Ablagerung der Membran schadet, denn die zusätzlichen „Gewichte“ tragen zur Masseträgheit bei.

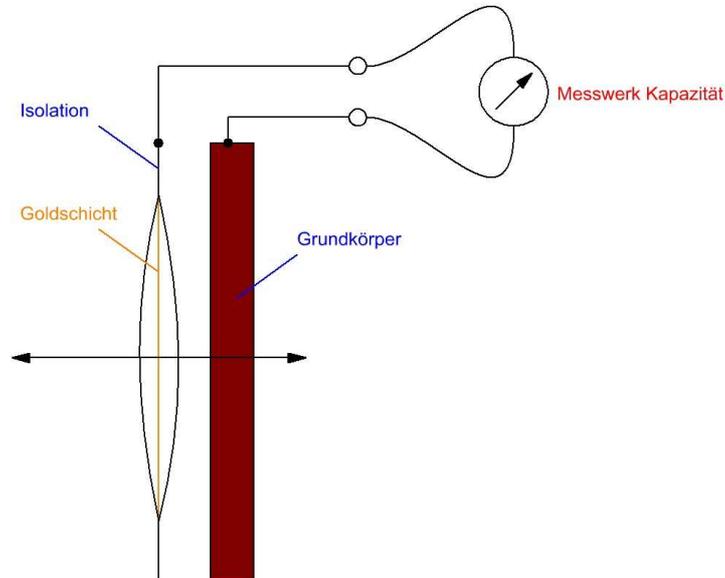


Bild: Der Abstand zwischen Folie und Grundkörper bestimmt die Kapazität

Dabei bestimmen Abstand und Foliendicke die elektrischen Eigenschaften des Kondensators. Je nach Abstand selbst werden Kapazitäten zwischen 20 und 100pF erreicht, die zur Erzeugung der Audio-Wechselspannung herangezogen werden.

Mit einem entsprechenden Serienwiderstand von 1 Giga Ohm dient die Kapsel nach dem Spannungsteilerprinzip einer Quelle, die entsprechend simultane Wechselspannungen erzeugt. Hochohmig abgenommen, sind die verstärkten Wechselspannungen das Ergebnis der Membranauslenkung und daher das erzeugte Sprachsignal.

Allerdings ist grundsätzlich ein hochohmiger Impedanzwandler erforderlich - was in den Anfangszeiten der Mikrofone schwer zu realisieren war.

Mit Eingangswiderständen von 100Mega Ohm und mehr war die „fast“ rückwirkungsfreie Anzapfung der Kapselschaltung möglich. Hinzu addierten sich die typischen Nachteile einer Röhre – angefangen von Rauschen und entsprechenden Verzerrungen – die den Röhrenmikrofonen allerdings bis heute den klassischen „Röhrensound“ verleihen.

Durch die Eigenschaft, ein Audiosignal mit Oberwellen zu versehen, erreicht die Röhrenschialtung in der heutigen „Digitalwelt“ wieder marktstrategische Dimensionen wie in den Anfangszeiten der Mikrofontechnik.

9. Die Kapselvorspannung

Ohne jetzt auf die einzelnen Spannungswerte und Polaritäten einzugehen ist wichtig zu erwähnen, dass grundsätzlich eine saubere Gleichspannung zum Betrieb einer Kondensatorkapsel benötigt wird. Abgesehen von der exotischen HF Schaltung – musste diese Spannung irgendwie bereitgestellt werden.

Die heutigen Mikrofone bedienen sich der Phantomspeisung, die über beide vorhandenen Signaladern eine Gleichspannung bereitstellt:

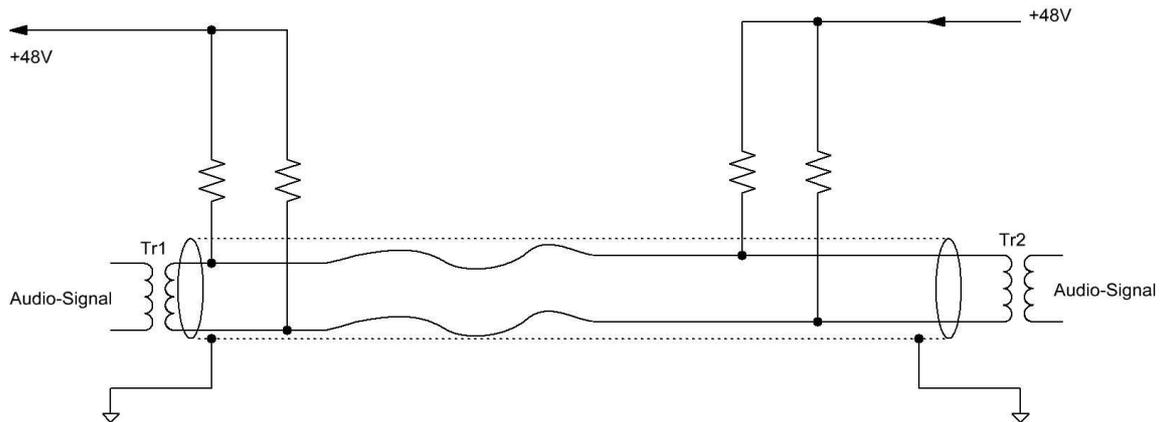


Bild: Phantomspeisung

Die angelegte Gleichspannung liegt zwischen den beiden Signaladern und kann symmetrisch am Mikrofon abgenommen werden. Dargestellt wurde nur das grobe Prinzip, denn im richtigen Einsatz gestaltet sich die Schaltung komplizierter. Phantomspeisung kommt übrigens aus den Ableitung „Phantom“ denn die vorhandene Gleichspannung ist eigentlich nicht messbar – obwohl sie auf den Adern übertragen wird. Das wir die Spannung trotzdem messen können liegt in der Physik begründet – ist aber für den Laien schon kompliziert zu verstehen.

Die Bezeichnung Phantomspeisung liegt in der Tatsache begründet, dass zwischen den beiden Signaladern KEINE Gleichspannung zu messen ist – obwohl diese vorhanden ist. Nur gegen Masse/Erde können die 48Volt schaltungstechnisch gemessen werden.

Fakt ist nämlich, das der Übertrager in keinem Fall von Gleichstrom durchflossen werden darf – jedenfalls führt dies in der Regel zu Übernahmeverzerrungen. Diese entstehen, wenn der Übertrager durch vorhandene Gleichspannung (hier erfolgter Stromfluss) in einen magnetischen Sättigungsbereich gebracht wird.

Das erklärt auch den Umstand, warum es mit asymmetrischen Mikrofonkabeln an phantomgespeisten Verstärkern oftmals erhebliche Probleme gibt. Zwar stellen die +48V entgegen den meisten Unkenrufen der Hersteller kein schwerwiegendes Problem dar (defekte Stecker, alles geht „kaputt“ wenn man etwas falsch macht.... brrr zitter) – können aber unter ungünstigen Bedingungen schon einmal ein dynamisches Mikrofon erheblich in Mitleidenschaft ziehen. Das passiert nämlich dann, wenn asymmetrisch gefertigte

Anschlussleitungen dafür sorgen, das durch eine kleine Schwingspule ein heftiger Gleichstrom fließen kann. Gemäß dem Ohmschen-Gesetz kann nämlich der Strom aus den Reihenwiderständen von 6800 Ohm (Speisewiderstand treibendes Gerät) zuzüglich Innenwiderstand der Mikropule fließen. Zwar sind diese Ströme in der Größenordnung von 6,8mA nicht sehr groß – reichen aber zur Beschädigung einer hochwertigen Kapsel aus. Daher sollte man sich immer versichern, ob alle Anschlussleitungen wirklich „echt“ symmetrisch geführt sind – und die Mikrofone entweder einen Impedanzwandler-Übertrager haben – oder durch Schaltungen (Kondensatoren) geschützt sind.

Je nach Art der technischen Umsetzung gibt es „transformatorlose“ Mikrofone, deren Ausgangsschaltung direkt auf die Leitung geschaltet wird. Begründet wird diese Maßnahme mit den schlechten Klaneigenschaften von Übertragern, die durch geschickte Halbleiterschaltungen vermieden werden.

Ein triftiger Grund für diese Änderung wird aber der hohe Preis für gute Übertrager sein, die oftmals n benötigter Qualitätsklasse bis zu 80 Euro kosten können. Hinzu kommt die Tatsache, das ein speziell für Phantomspeisung geeigneter Übertrager weitere kritische Einzelpunkte erfüllen muss.

Die im Mikrofon nutzbare Spannung ermöglicht die Versorgung der meistens sparsam gestalteten Verstärkerschaltungen und dient zusätzlich als Speisequelle für die Kondensatorkapsel. IN einigen älteren Modellen verwendeten die Entwickler auch zusätzliche Oszillatoren, die dann mit Hilfe eines Übertragers höhere Spannungen aus den Vorhandenen 48Volt erzeugten. Diese Versorgung diente nicht etwa der Röhrenversorgung – sondern vielmehr der Auswahl unterschiedlicher Polaritäten an der Kapsel, um die Richtwirkung umschaltbar zu gestalten. In der Regel Arbeiten die Mikrofone rauschärmer, je höher die angelegte Spannung an der Kapsel ist. Dies erklärt auch, warum bei einigen Modellen 48Volt „nicht genug ist“.

10. Der Nachbau

Immer wieder versuchen zahlreiche Nachbauer mit billigen und schauderhaft gestalteten Schaltungsideen den Sound der bekannten „Berliner“ Mikrofonmanufaktur zu erreichen. Auch wenn Röhre und Kapsel aus der preiswerten Liga stammen, sind die Ergebnisse oftmals besorgniserregend gut. Leider hat sich auch dieser Tatsache negativ auf den Markt der bekannten Markenmikrofone ausgewirkt.

11. Mikrofon-Bingo

Doch wäre der freie Markt ohne die zahlreiche Mitbewerber, die jener Branche ein gewaltiges Preisbeben beschert haben. Die Schallgrenze fiel extrem und der Anwender hatte erstmalig Zugang in eine Welt der akustischen Superlative.

Das, was vor einigen Jahren noch Zukunftsmusik war rückte durch den Markt der preiswerten Mikrofone in greifbare Nähe.

Da alle Hersteller mit Wasser kochen, muss der ambitionierte Radiomacher selbst entscheiden, mit welchem Mikrofon er an den Start geht um sprachliche Höchstleitungen einzufangen.

Klar ist auch, dass eine preiswert gefertigte Kapsel nicht an die qualitativen Standards der bekannten Mikrofonenschmieden herankommt. Die Behauptung ist fair, dass preiswerte Mikrofone durchaus eine Existenzberechtigung haben. Es kommt immer darauf an, was der Anwender mit dem Mikrofon realisieren möchte.

12. Umbau

So haben wir einen Versuch gestartet und ein einfaches Mikrofon der 200 Euro Klasse umgebaut. Klar ist auch, dass an der Mechanik der Kapsel keine Modifikationen möglich sind. Somit beschränkten sich die Umbaumaßnahmen auf einige, nachvollziehbare Schritte, die wir gern veröffentlichen. Tiefgreifende Schaltungsänderungen haben wir aus verständlichen Gründen nicht auf die öffentlich zugänglichen Seiten gestellt.

13. Die Mechanik – am Rande

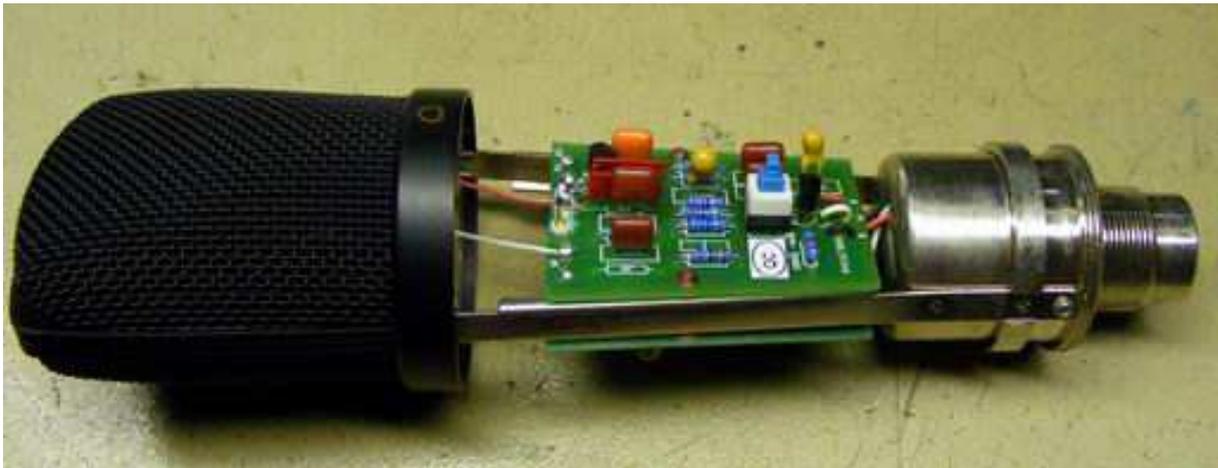


Bild: Das geöffnete Mikrofon – ohne die erforderliche Abschirmung.

Gut zu erkennen die Kapsel auf der linken Seite, die Elektronik und der angrenzende Übertrager-Block. Allen Befürchtungen zum Trotz war der Übertrager nicht in Kunstharz vergossen, wie zuvor erst vermutet.

An dieser Stelle befindet sich der gefürchtete Übertrager, der trotz seiner zugesicherten Eigenschaften oftmals für die klanglichen Qualitäten der Mikrofone verantwortlich ist. Bei einigen Modellen befindet sich an diese Stelle ein Eisenklotz, benudelt mit einer handvoll Kupferdraht aus der Restekiste. So klingt es dann auch.

Doch die Mechanik ist erstaunlich gut für das Geld. Der Drahtkorb versieht seinen Dienst als Schutz für die Kapsel sehr gut und macht auch nach einigen Anstrengungen der Verformung einen stabilen Eindruck. Die Stangen für die Längsstabilisierung machen optisch einen schwachen Eindruck – der aber bei geschlossenem Gehäuse nicht zu bemerken ist. Die Verschraubungen sind sauber gebohrt und auch an anderen Einzelteilen sind keine groben Mängel festzustellen.

Wie bereits erwähnt, macht es daher keinen Sinn, sich an die komplette Eigenkonstruktion eines solchen Mikros heranzumachen. Besser ist die Modifikation eines Bestehenden Systems mit zusätzlichen Teilen – oder dem Ersatz einzelner, verbesserungswürdiger Bauteile.

Außerdem zählt in den meisten Fällen der Bastelspaß – denn umgerechnet an den vielen Stunden in der Werkstatt – ist ein eigener Umbau mit Modifikationsarbeiten eine sehr unwirtschaftliche Angelegenheit.

14. Fatale Wirkungen

Manchmal denken einige Entwickler nicht an die angeschlossenen Empfangsimpedanzen, die an den Eingängen der Mischpulte lauern.

Logischerweise sind Eingänge in der Regel hochohmig, damit Sie die Quelle nicht unnötig belasten. Doch das kann auch erhebliche Nachteile mit sich bringen, denn ein schlecht angepasster Ausgang führt häufig zu Störungen. Genau diese Artefakte haben wir vor dem Umbau beobachten müssen. Mit dem Original-Übertrager klang das Mikrofon im Vergleich zu einigen Mit-Testkandidaten „topfig“ und „hohl“.

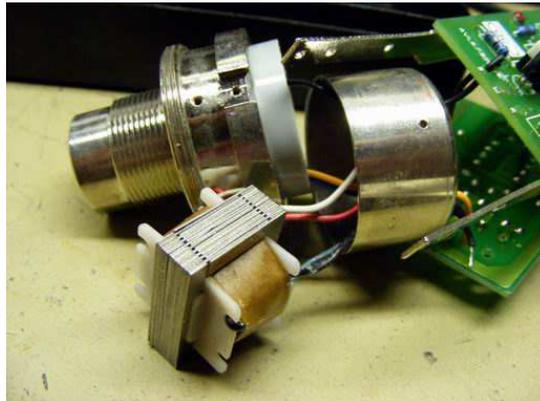


Bild: Nach dem Öffnen der Hülle kam der Übertrager zum Vorschein: Das Original

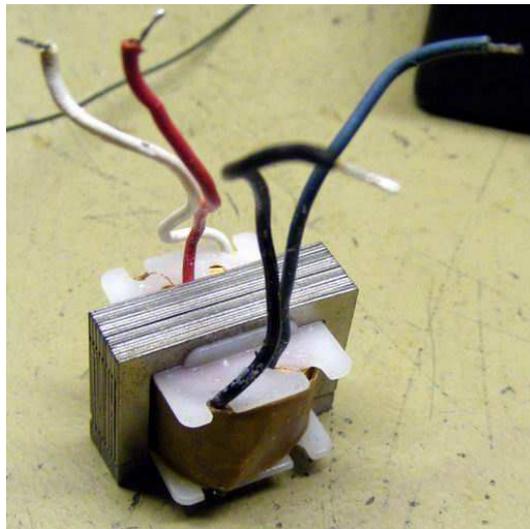


Bild: Der Originalübertrager – technisch gesehen kein Meisterwerk: Metall-Lamellen und Kupferdraht. Aber in der Messung erstaunlich linear: Die Verlaufskurve von 20-20.000Hz war sprichwörtlich „Arschglatt“.

Also durchaus einsetzbar als Ausgangsübertrager einer Soundkarte, um sich ungeliebte Brummstörungen durch Masseschleifen vom Leib zu halten.

15. Die Schnapsidee – der andere Übertrager

Doch irgendetwas muss am Übertrager anders sein, denn die Auswirkungen nach dem Einbau eines anderen Übertragers brachten unglaubliche Veränderungen mit sich. Das, was am Anfang eine reine Schnapsidee war, entpuppte sich am Ende als unglaublich geniale Modifikation, deren klangliche Auswirkungen nach weiteren Umbauten noch verbessert wurden.

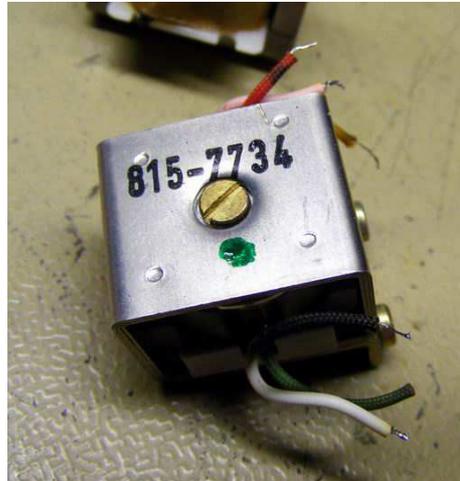


Bild: Der Übertrager – Ein kleines unscheinbares Wesen. Das hier verwendete Modell ist ein Ersatz für ein hochwertiges NF Messgerät und sitzt genau im Eingangskreis. Mit dem verfügbaren Messumfang muss der Übertrager in Bezug auf Linearität und Verzerrungen höchste Ansprüche erfüllen. Dies machte sich beim Test auch extrem bemerkbar.

Je nach Ausführung und Fertigung lassen sich Übertrager mit hervorragenden Audioeigenschaften herstellen – was als Nebenwirkung auch seinen Preis hat. Hochwertige NF Übertrager sind selten unterhalb der 25 bis 30 Euro Grenze zu bekommen – es sein denn, man schlachtet alte Messgeräte oder Mischpulte der Rundfunk-Glanzzeit aus. Genau jene Geräte aus der Zeit, als bei den Rundfunkanstalten Geld noch keine besondere Rolle spielte liefern oftmals Übertrager unglaublicher Güte.

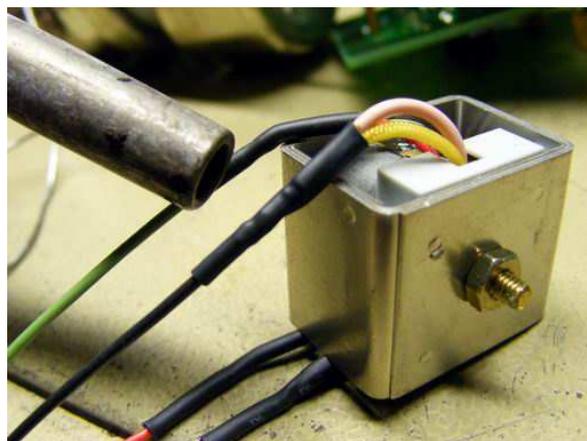
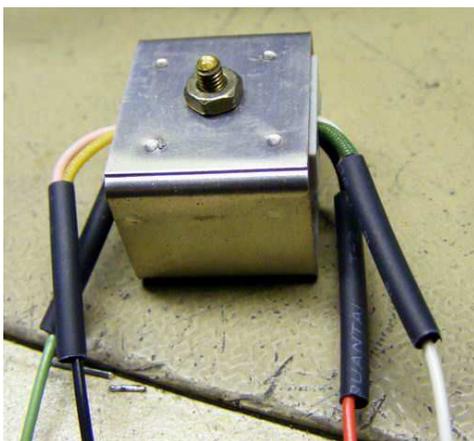
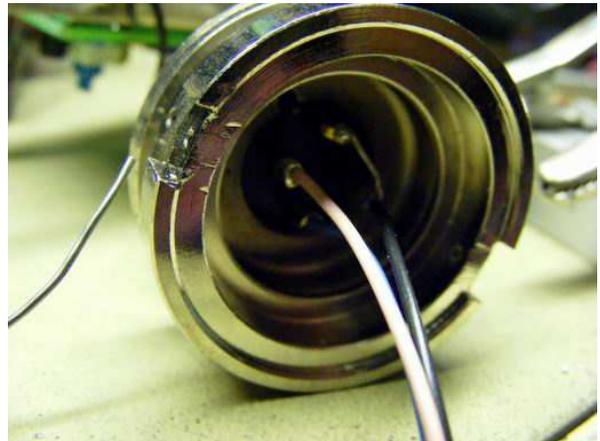
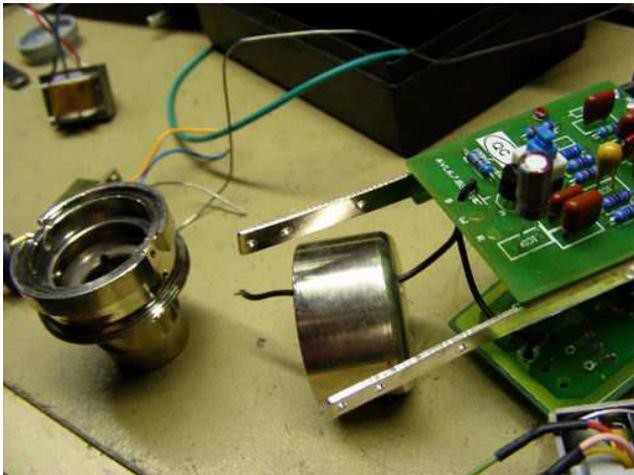


Bild: Vorbereitung der Anschlussdrähte für den Einbau mit Verlängerung und Schrumpfschlauch

Um den Übertrager in den Schaft zu setzen, müssen die Anschlüsse für die XLR-Verbindung komplett entfernt werden. Die ohnehin schlechten Lötstellen aus der Originalfertigung wurden damit glücklicherweise erkannt und beseitigt...



Wenig Platz war in der runden Hülle, so dass ein Kunststoffring weichen musste. Der Übertrager selbst passte gut in das Gehäuse – musste jedoch mit etwas Luftpolsterfolie fixiert werden. Nur so wird ein Klappern und Störgeräusch durch den wackelnden Übertrager wirkungsvoll verhindert.



Der alte Übertrager wurde ersetzt. Allerdings mussten innerhalb des sehr gut geschirmten Gehäuses noch einige Änderungen (Polsterung, Isolation) durchgeführt werden, damit der neue Übertrager gut angepasst werden kann.

Besonders lobenswert ist die gute magnetische Schirmung des Übertragers innerhalb des Mikrofons, das dem Mikro selbst eine unglaublich gute Beständigkeit gegenüber Störfeldern beschert. In dieser Preisklasse der „low-cost“ Kisten meistens sehr selten. Auch benachbarte Netztrafos und CRT-Monitore (selten aber kommen noch vor) störten den Übertrager nicht.

16. Weitere Modifikationen

Doch was wäre ein Umbau ohne weitere Modifikationen an der Schaltung und einzelnen Komponenten. So fällt der Blick als erstes auf die verwendeten Kondensatoren und Transistoren auf der Leiterplatte.

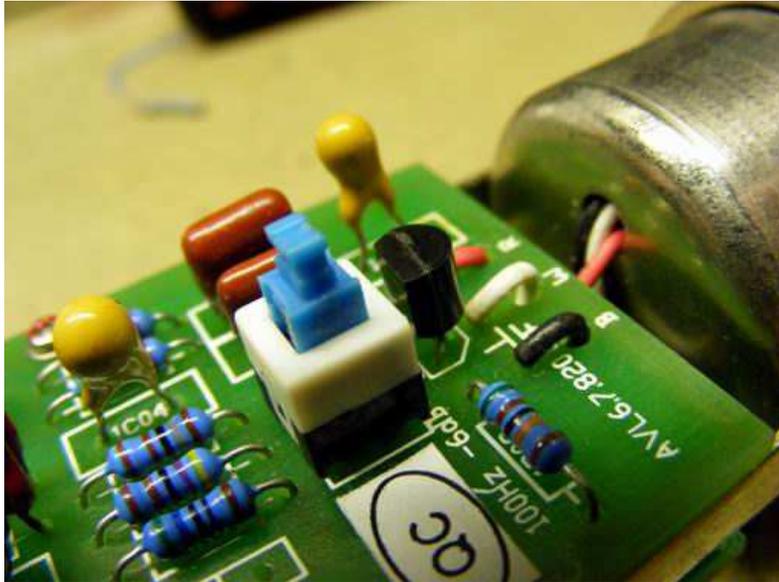


Bild: Leiterplatte mit zahlreichen Bauteilen im Mikrofon

Bei den Widerständen besteht kaum Handlungsbedarf. Nur die Elektrolyt-Kondensatoren – die hier als Tantalperlen ausgeführt sind – könnten an kritischen Stellen durchaus ersetzt werden.

Das gleiche gilt für die Transistoren – wobei hier mit großer Wahrscheinlichkeit keine extremen Verbesserungen mehr zu erwarten sind.

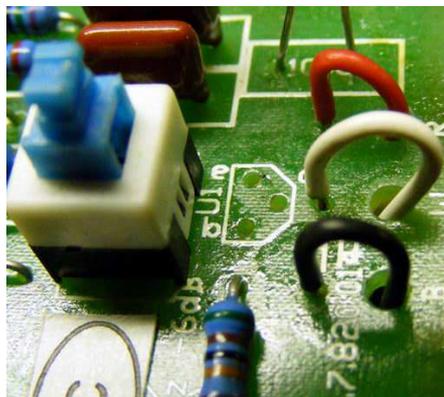


Bild: Entfernen des Ausgangstransistors 2SA1015, der maßgeblich für die Ansteuerung des Übertragers verantwortlich ist.

Bei den meisten dieser Mikrofone werden grundsätzlich KENE IC's in Form von Operationsverstärkern verwendet.

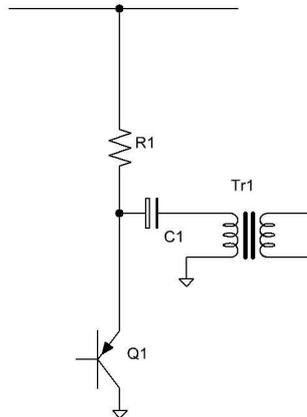


Bild: Typische Anwendung des Transistors in Zusammenarbeit mit dem Ausgangsübertrager.

Um die Innenschaltung des Mikros mit Spannung zu versorgen nutzt man die Phantomspeisung aus. Die 48Volt Gleichspannung werden im speisenden Gerät über zwei identische Widerstände auf die Signalleitern gelegt. Nicht zu verwechseln ist die Phantomspeisung mit der Tonaderspeisung, die meistens mit 12Volt erfolgt.

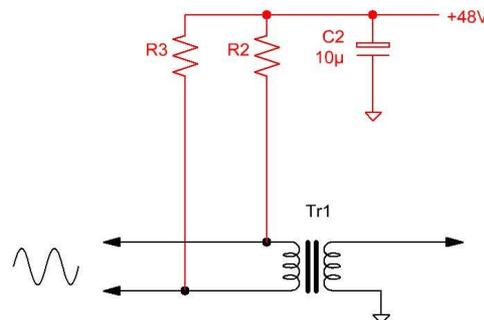


Bild: Einspeisung der Phantomspeisung auf die beiden Signalleitungen.

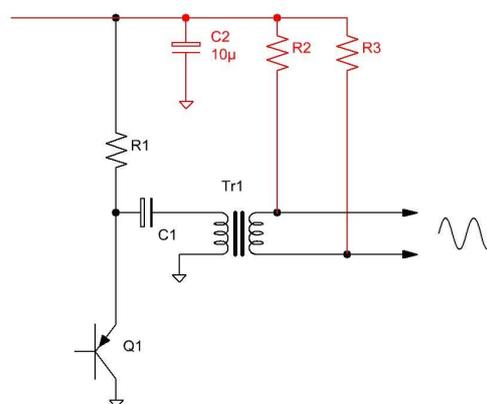


Bild: Typische Ausgangsstufe in A-Schaltung mit nachfolgendem Übertrager im Mikrofon

17. Änderung des Ausgangselkos

Der Entkoppelkondensator am Ausgang ist zuständig für die fachgerechte „Abschottung“ vorhandener Gleichströme, die den Übertrager in die magnetische Sättigung treiben würden.

Genau aus diesem Grund ist an jener Stelle der Schaltung ein Tantal-Kondensator oder auch Elko vollkommen falsch. Allerdings bringen echte „Bipolare“ Kondensatoren den Nachteil ihrer extremen Baugröße mit sich. Auch wenn MKT und MKS Kondensatoren die wohl beste Wahl sind – sind die Abmessungen nicht immer zwingend brauchbar.

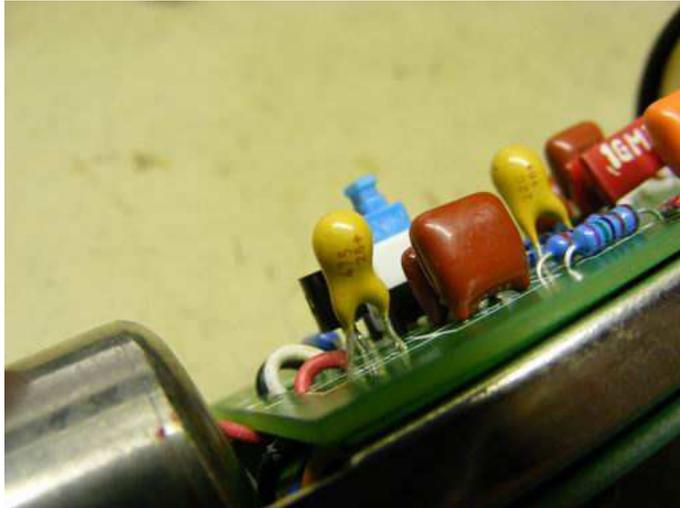


Bild. Erkennbar: Der Auskoppel-Elko mit 4,7 μ F und 25Volt.

Je nach Breitengrad dieser Erde gehen die Meinungen zu diesem Thema weit auseinander. Einige Experten behaupten, Tantal Elkos gehören niemals in den Audioweg – andere Menschen behaupten sogar das Gegenteil. Fakt ist jedoch, dass alle Techniker schon einmal durch einen defekten Tantal-Elko einen Gerätedefekt feststellen mussten. Somit ist es in Bezug auf die Zuverlässigkeit bei direkt angelegter Spannung nicht gut bestellt.

Wie sich die Tantal-Perle jedoch im Rahmen einer vorhandenen Wechselspannung verhält, kann nur durch einige Vermutungen angestellt werden. Direkte und konkrete Infos liegen allerdings nicht vor.

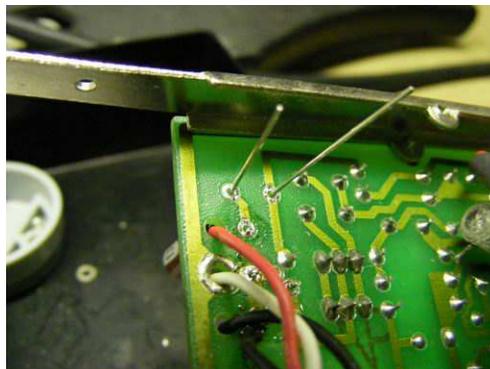


Bild: So wird der vorhandene Tantal-Elko durch einen gepolten Elko ersetzt. Besser wäre der Einsatz eines MKL Typen – der hier auf Grund seiner Bauform leider nicht passt.

18. Ausgangs-Elko und Treiberstufe

Durch Vergrößern des Elkos von $4,7\mu\text{F}$ auf $22\mu\text{F}$ wird die maximale Grenzfrequenz nach unten verlagert. Erfahrungsgemäß wirkt sich dies aber nicht nachteilig auf die klanglichen Eigenschaften des Mikros aus.

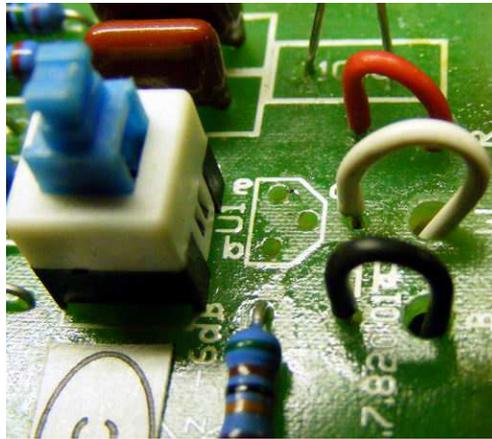


Bild: Transistor U1 ist ein 2SA1015 – der als Ausgangstreiber dient

Der Ausgangstransistor ist ein 2SA1015 – ein PNP universal Transistor für rauscharme NF-Applikationen. Nahe lag es dann, diesen Typen gegen einen selektierten BC560C auszutauschen. Inwiefern sich messtechnisch eine Verbesserung der Eigenschaften feststellen lässt, kann an dieser Stelle nicht gesagt werden. Ohnehin sind derartige „Klangeindrücke“ mehr subjektiver Natur und analytisch kaum fassbar.

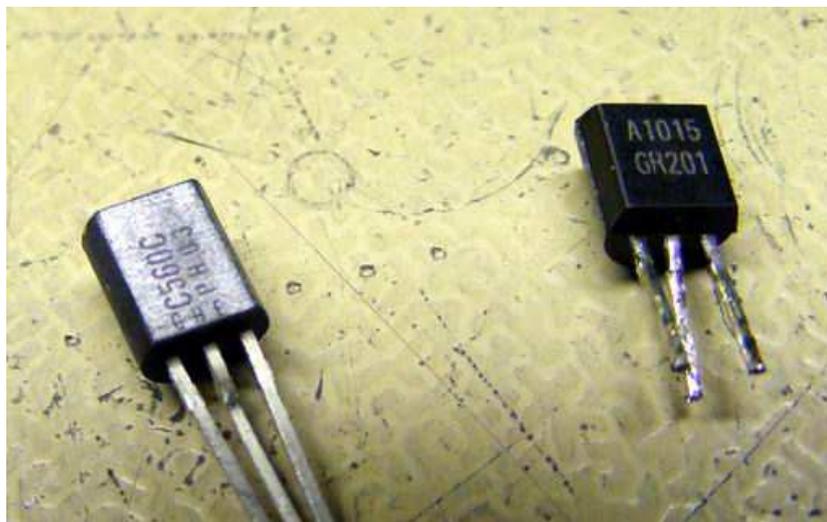


Bild: Transistoren für die Ausgangsstufe 2SA1015 und BC560C

Wie immer, sind die Anschlussbeinchen nicht kompatibel – und so müssen Emitter, Collector und Basis entsprechend gedreht werden. Nur der Emitter liegt bei beiden Transistoren an der gleichen Stelle.

19. Die letzte Änderung – der Feldeffekt-Transistor

Die letzte Änderung betrifft den verstärkenden Teil im Mikrofon: Den Feldeffekt Transistor. Bei älteren Mikrofonen wurde an diese Stelle eine Elektronenröhre verwendet, die auf Grund des hohen Eingangswiderstandes die Mikrofonkapsel nicht belastet. Außerdem stellen die niedrigen Kapselkapazitäten zwischen 50 und 80pF bei Eingangswiderständen von weit über 1 Giga (!) Ohm keinen nennenswerten Hochpass mehr dar.



Bild: Geänderter FET im Mikrofon: BF245A

Die Eingangsschaltung mit FET bietet im Gegensatz zur verwendeten Röhre den Vorteil, dass der FET keine Heizspannung benötigt und mit einer kleinen Versorgungsspannung auskommt. Dazu reichen die +48Volt der Phantomspeisung in der Regel aus.

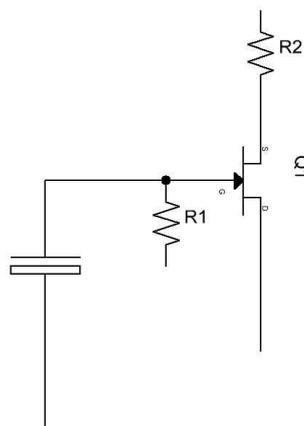


Bild: Prinzipschaltung zwischen Kapsel und FET (nicht vollständig)

Der verwendete FET ist mich großer Sicherheit durchaus brauchbar – es ist eben der Spieltrieb, mit anderen und in dieser Anwendung unbekanntem Bauteilen zu experimentieren. Da es im Bereich der FET's unzählige Typen gibt, kommt es hier in erster Linie nur auf das Rauschmaß an – Spannungsfestigkeit und maximale Strombelastung spielen nur untergeordnete Rollen.

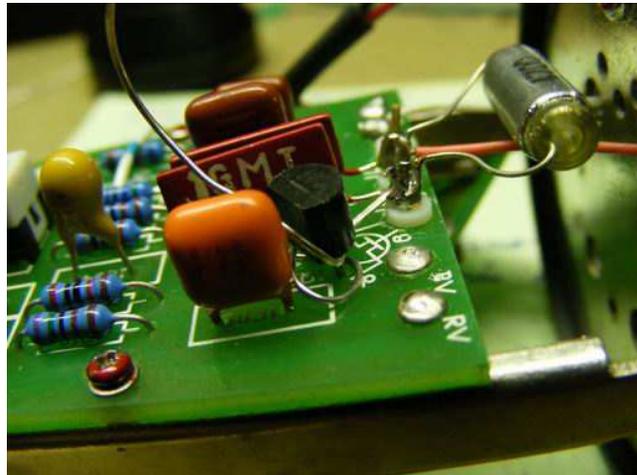


Bild: Auch wenn der „alte“ FET nicht mehr benötigt wird, dient er als Ersatzteil für andere Mikrofone gleicher Bauart. Somit sollte beim Auslöten die gleiche Sorgfalt im Umgang mit ESD walten – wie beim Einbau des neuen FET.

Dazu ist es sinnvoll, die vorhandenen Anschlussbeinchen mit einem Draht komplett zu verbinden. In diesem Fall kann keine schadhafte Ladung mehr zwischen den Anschlüssen Drain, Source und Gain entstehen und den FET beschädigen.

Wichtig ist die Tatsache, das KEIN Wechsel der Transistoren den klangtechnischen Durchbruch schafft und aus dem 99 Euro Mikro ein 500 Euro Mikrofon macht!

Der im Mikrofon vorhandene 2SK30A wurde durch einen altern und gebrauchten Typ BF245A getauscht. Auch wenn die Änderungen nur minimal waren, empfanden die Tester das Mikrofon als „weicher und direkter“.

20. Der Einbau – die Modifikation des FET

Ein FET ist empfindlich gegenüber elektrostatischen Aufladungen und nimmt schneller einen irreparablen Schaden – als man annimmt. So ist es ratsam, die gesamte Schaltung – insbesondere das Gate – entsprechend vor den Lötarbeiten zu erden:

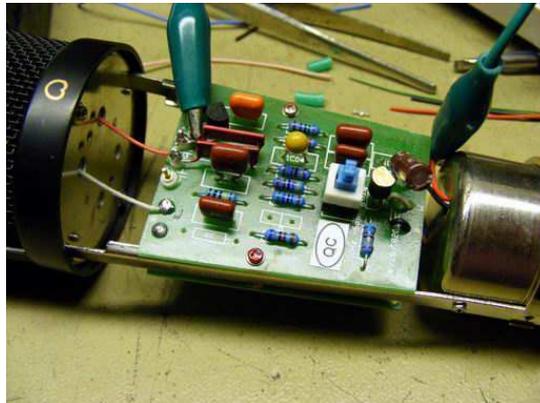


Bild: Kurzschluss des Gate vom FET gegenüber Masse.

Auch kann der FET mit Hilfe eines Drahtes geschützt werden, der während der Lötarbeiten an der Leiterplatte die Anschlüsse verbindet:

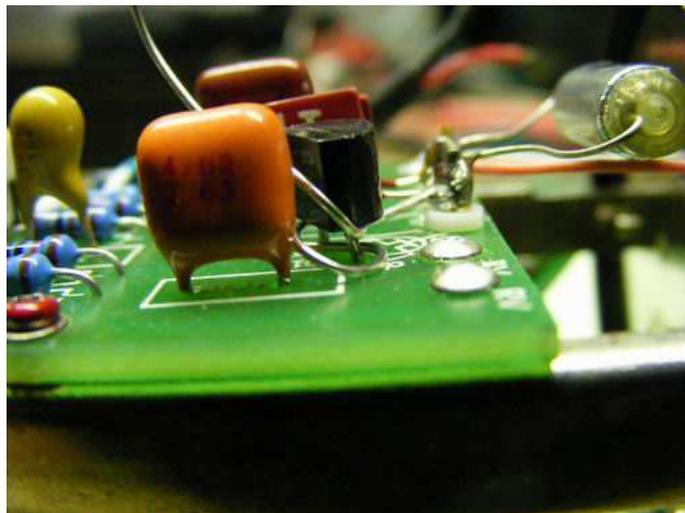


Bild: Kurzschluss am FET

Wichtig ist nur die spätere Entfernung der Drähte um einen Funktionsausfall und ggf. eine Schädigung der gesamten Schaltung auszuschließen.

21. Verlängerung der Anschlussdrähte

Da ein gebrauchter FET oftmals nicht die Anschlussdrähte eines neuen Typen hat, müssen diese verlängert werden. Alle dazu erforderlichen Arbeiten sollten in jedem Fall an einem geerdeten und geeigneten Arbeitsplatz erfolgen!

Spätfolgen an FET's sind durchaus denkbar und nicht immer sofort zu bemerken.

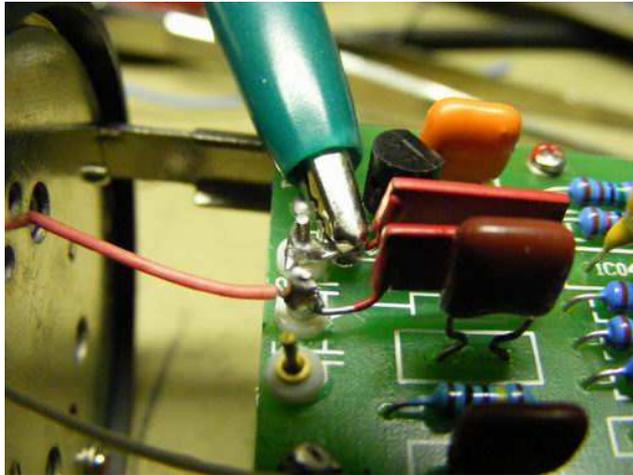


Bild: Zusätzliche Erdung des „Gate“ während anderer Lötarbeiten in diesem Schaltkreisbereich.

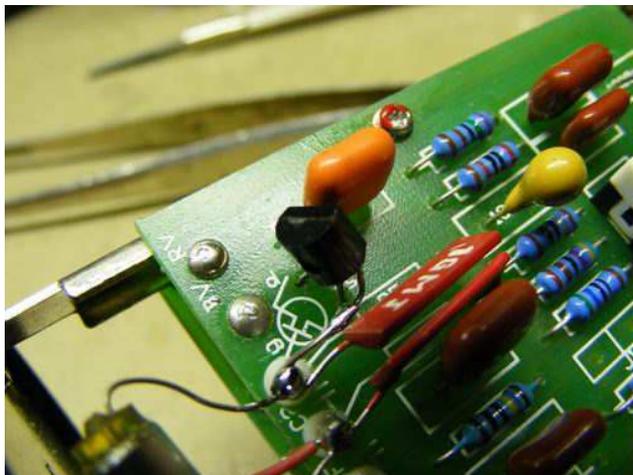


Bild: Auch die Anschlussbeschaltung ist etwas anders. Daher müssen die drei Anschlussbeinchen entsprechend geändert werden. Nur Drain ist bei beiden Transistoren an der gleichen Stelle und kann wie gewohnt eingelötet werden.

22. Fazit

Die Änderungen sind nicht so gravierend, das man nun glauben könnte, alle Mikrofone der Berliner Edelschmiede rutschen in die Bedeutungslosigkeit. Dem ist natürlich nicht so – und auch jenes Wunschdenken weit von der Realität entfernt. Jene Markennamen haben ihre Existenzberechtigung und stellen oftmals das „non Plus Ultra“ dar.

Allerdings sollte schon erwähnt werden, das verwendete Kapseln nicht immer das schlechteste Bauteil sind – sondern auch die zugehörigen Teile entsprechend am Sound mitwirken. Dazu zählen auch Übertrager, Transistoren und Koppelkondensatoren. Klar ist natürlich, das die in China gefertigten Kapseln unter anderen Qualitätsanforderungen zusammengesetzt werden.

Verständlich ist auch, das ein Mikrofon aus der low-Budget Serie seinen Platz in jenem Bereich hat und nicht mit handgefertigten und verlesenen Edelmikrofonen aus den bekannten Häusern in Deutschland verglichen werden dürfen.

Ein Edelmikro klingt aus der Jahresfertigung 2001 genauso – wie das in 2005 und 2010 gefertigte Gerät. Nur eine lückenlose Qualitätskontrolle und Dokumentation aller Messdaten eines jeden einzelnen Mikros macht diese Zuverlässigkeit und Einhaltung der Parameter möglich – aber auch teuer.

Doch wer benötigt ein Mikrofon jenseits der 500 Euro Klasse, wenn es um die Moderation in einem Internetradiosender geht, dessen Übertragungsbandbreite bei 128KBit liegt? Hier stellt sich die Frage nach Zuverlässigkeit und der Tatsache, dass ein eventuell umgefallenes Mikro im Ständer mit verbogenem, Drahtkorb nicht die Welt kostet.



Hingegen in der Werbung oder dem Sprecherstudio fällt die Wahl auf das hochwertige Gerät, das meistens sicher in einer Spinne in der Kabine verweilt. Hier zahlt sich hochwertiges Equipment auch aus, um Ausfälle und klangliche Eskapaden zu vermeiden.

Ein Nachrichtensprecher kann durchaus hinter einem „kratzig-warm-klingenden“ Röhrenmikrofon einen wunderschönen Radiosound abgeben – wobei der Gastsprecher vor dem preiswerten Mikrofon mit dynamischer Kapsel besser aufgehoben ist.

Daher ist es vermessen und ungerecht allen Anwendern gegenüber, nur einem Mikrofontyp den Vortritt zu lassen. Das ein Großmembranmikrofon in einem gläsernen Studio für Schauzwecke eine bessere Figur macht als eine handelsübliche „Dynamikquetsche“ – ist auch jedem klar...

...wobei es auch erstaunlich hochwertige – und sehr gut klingende Tauchspulen-Schallwandler gibt...!

So gibt keinen ultimativen Wegweiser für das Supermikro – sehr wohl aber einen Weg, sich aus dem schier unübersichtlichen Dschungel an „Tonaufnahmegeräten“ die beste, für den speziellen Anwendungsfall geeignete Alternative herauszusuchen.

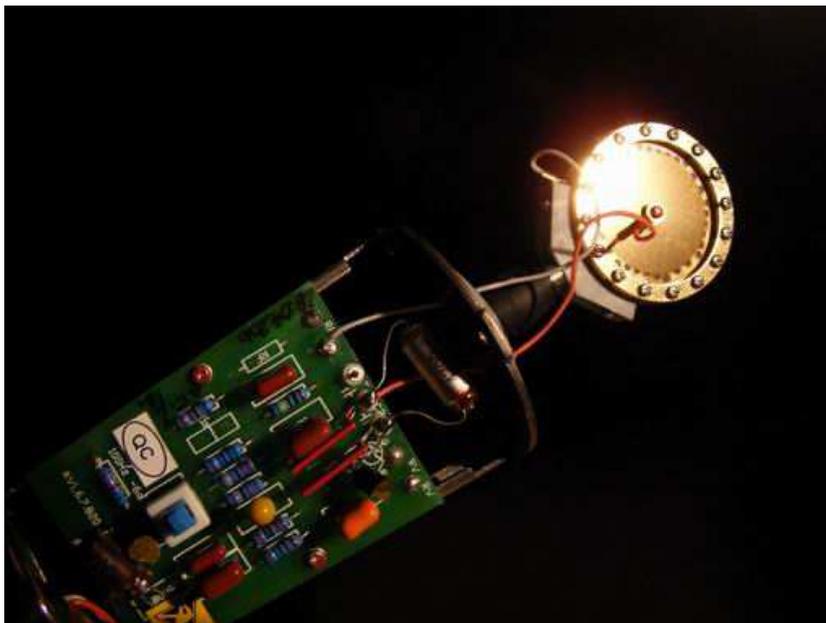


Bild: MCO5 nach erfolgtem Umbau

23. Schaltplan

Wie immer gibt es für den Anfänger eine schöne Aufgabe den Schaltplan aus einer Leiterplatte zu zeichnen. Bereits komplette Geräte wurden bei uns so für den Servicefall dokumentiert, denn zahlreiche Hersteller (auch eine bekannte Firma aus Deutschland mit einem „B“ am Anfang...) versenden grundsätzlich keine Unterlagen.

So haben wir dem Mikro vor dem Umbau durch Lampe und Konzentrationsarbeit den kompletten Schaltplan entlockt:

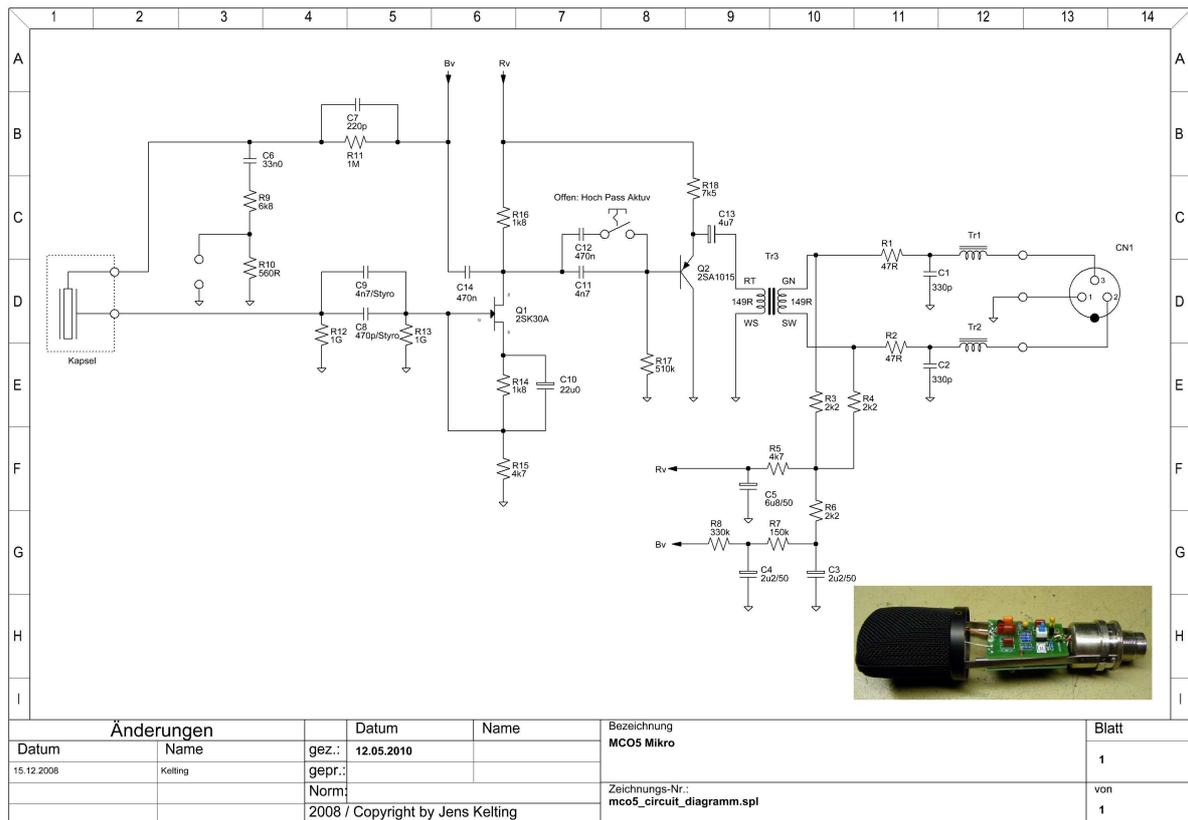


Bild: Aus dem Layout gezeichneter Schaltplan vom Stagg MCO5 (ohne Gewähr für die Richtigkeit)

Aus rechtlichen Gründen weisen wir darauf hin, das als Grundlage zur Erstellung der Unterlage die frei verfügbare Leiterplatte im Gerät diene.

24. Bilder

Alle Bilder wurden 2010 für diese Dokumentation selbst erstellt und können in hochauflösendem Format kostenfrei für private Zwecke bestellt werden. Eine weitergehende Verwendung bedarf grundsätzlich der Genehmigung des Urhebers!

© by J. Kelting für Radio K.R.E

Eine Abhandlung von Jens Kelting
Copyright 2010 – Alle Rechte vorbehalten!
Nachdruck nur mit Zustimmung des Verfassers!
Krankenhausradio Elmshorn – **Radio K.R.E.**

V1.3 – Juni 2010