

## 1 Vorwort

Etwas traurig lege ich den Telefonhörer auf die Gabel (bzw. drücke auf die kleine Taste mit dem roten Telefon drauf ;-). "Für diesen Schallpegelmesser haben wir leider keine Unterlagen mehr", sagte mir vor wenigen Sekunden die freundliche Stimme des Brüel&Kjaer-Mitarbeiters. "Nach etwas über vierzig(!) Jahren habe man sich dann doch irgendwann von den ältesten Manuals getrennt und sie entsorgt."

Um mir diese Nachricht zu sogar extra auf dem Handy daran, dass mein Projekt ter kommt, doch unterstreicht Brüel&Kjaer ebenfalls zu den mehreren Jahrzehnten noch für Wo sonst kann man das noch jedenfalls nicht...he he he ;-)

Allem vorausgegangen war ich unseren Bigband-Verein technik unterstütze. Das hört und schwieriger geworden: Hinblick auf hohe Lautstärke- und seit es dafür sogar eine DIN gibt (DIN 15905 Teil 5, falls es jemanden interessiert), die im Zweifelsfall vor Gericht gerne als Richtschnur für eine „ordnungsgemäße Beschallung“ herangezogen wird, gewinnt das Thema auch für uns Hobbymusiker immer mehr an Bedeutung.

Ich jedenfalls messe schon seit Langem den Schalldruck im Publikumsraum, wenn ich hinter dem Mischpult stehe. Schließlich soll der Auftritt unserer Bigband für alle Zuhörer ein möglichst vergnügliches und angenehmes Erlebnis sein- und keins, das einem die eustachische Röhre wieder freibläst.



überbringen, hat man mich aber angerufen. Das ändert zwar nichts "BK2205" damit keinen Schritt weies meinen Eindruck, dass Firmen gehört, die sich selbst nach ihre Produkte verantwortlich fühlen. erleben- bei meinem Autohändler

das Salzgitter Altstadtfest, auf dem bei seinem Auftritt mit etwas Ton-sich einfach an, ist aber komplexer das Thema "Personenschutz" im pegel ist zunehmend in aller Munde



Brüel&Kjaer  
2205

Abbildung 1: FOH-Platz für den Auftritt unserer Bigband

Bislang hatte ich für das Messen des Schalldruckpegels immer einen soliden Brüel&Kjaer 2205 Schalldruckpegelmesser samt Kalibrator (Brüel&Kjaer 4230) im Gepäck. Trotz seines Alters hat mich damit auch noch nie einer auf dem Stadtfest ausgelacht. Die meisten haben die fahlgrüne Farbe der Produkte des dänischen Traditionsunternehmens eh schon auf Kilometer Entfernung hin ausgemacht und wissen, dass dessen Ruf sowieso über alles erhaben ist. (Zu Recht übrigens, wie ich finde!)

Dieses Altstadtfest jedoch musste ich leider auf mein Reservegerät zurückgreifen. Der Grund: mein heiß geliebter 2205 versagte spontan seinen Dienst, als ich ihn beim Zusammenpacken meiner Mischpultkiste probenhalber kurz einschaltete. "Sowas Doofes", dachte ich noch. Mit meinem Reservegerät (eine kleine Plastikbüchse vom Flohmarkt, mehr gemacht für den Hobbybereich) werde ich doch immer ausgelacht, wenn ich mich damit unter Menschen wage. Zumindest die beruflichen Tonmischer, die mich auch hin und wieder mal spontan auf dem Fest besuchen, um ein freundliches "Hallo" los zu werden, schmeißen sich regelmäßig weg vor Lachen, wenn ich mit diesem Ding ankomme. Einfach blamabel. Zwar konnte ich letztes Jahr meine Ehre wiederherstellen, musste dafür aber tatsächlich meinen Brüel&Kjaer 2144 samt Messmikrofon und Preamp darbringen (da haben sie sich auch wieder "weggeschmissen"- allerdings ohne zu lachen ;-)) aber ehrlich gesagt, ist mir diese Kombination dann doch etwas zu schade und "unhandlich" für den Einsatz auf dem Stadtfest.



Abbildung 2: Ehre wieder hergestellt: Brüel&Kjaer 2144

Es hilft aber nichts: dieses Jahr wird es die Plastikbüchse werden, denn eine Reparatur schaffte ich zeitlich nicht mehr. Und prompt kam dieses Jahr Joel, der Chef der Firma „Grizzly Sound“ zu Besuch vorbei und beömmelte sich herzlich über meinen Flohmarkt-Schallpegelmesser. So ein Mist, die Ehre schon wieder zugrunde gerichtet. Wenigstens hatte ich den BK4230 Kalibrator dabei und konnte damit etwas anzugeben. Aber trotzdem ist eines klar: ich muss den 2205 wieder reparieren, oder mir was anderes "amtliches" zulegen, wenn ich von den professionellen Mischern nicht dauernd ausgelacht werden will.

## 2 Erster Versuch

Wieder zu Hause angekommen, begab ich mich zu einem ersten Reparaturversuch. Das Zerlegen des BK2205 ist nicht weiter schwierig: das 1Zoll-Mikofon vorsichtig abdrehen, dann die dort darunter liegenden Zylinderkopfschrauben lösen, dann die Metallhaube komplett nach oben hin abziehen. Schon hat man einen fabelhaften Blick auf die innen liegende Elektronik.



Abbildung 3: Brüel&Kjaer2205 zerlegt

Der nette Mann von Brüel&Kjaer gab mir noch den Tipp, dass möglicherweise auch die Mikrofonkapsel an sich kaputt sein könnte. Das würde auch meinen Fehlerfall erklären: keine Anzeige in jedem Messbereich; lediglich die Anzeige der Batteriespannung funktioniert noch.

Also stopfe ich die 1Zoll dicke Mikrofonkapsel in meinen 94dB Schallkalibrator und messe das Ausgangssignal am Ausgang. Da es sich bei dieser Kapsel noch um ein Piezo-Mikrofon (ohne Polarisationsspannung) handelt, ist das so ohne weiteres mit einem Oszilloskop möglich. Ich sehe jedoch brav eine sinusförmige Ausgangsspannung von etwa knapp 1mV RMS- das erscheint mir plausibel (siehe Abbildung 5).



Abbildung 4: Mikrofonkapsel (Typ 4117) einzeln (links) sowie im 94dB-Kalibrator (rechts)

Als Gegenprobe speise ich 10mVeff elektrisch in den Eingang des BK2205 ein- aber auch damit bleibt die Nadel des Schallpegelmessers am Linksanschlag. Wir können uns also sicher sein: der Schallpegelmesser ist wirklich defekt. So eine große Spannung hätte den Zeiger mit aller Gewalt gegen den Rechtsanschlag donnern lassen müssen. Stattdessen nicht einmal ein müdes Zucken. Wir müssen also weitersuchen.

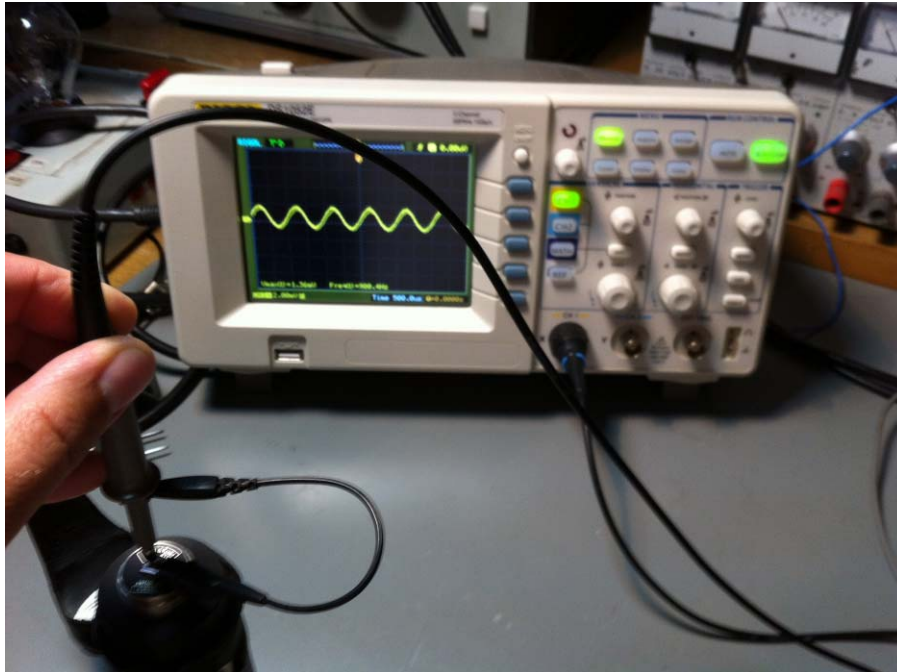


Abbildung 5: Die Mikrofonkapsel scheint heile zu sein- denn sie liefert ca. 1mV bei 94dB

Leider gestaltet sich das ohne Schaltunterlagen als sehr schwierig. Ich erkenne irgendwann, dass die 1,5V Batteriespannung auf ein Schaltnetzteil(!) geht, an dessen Ausgang jedoch nur wenige Volt Ausgangsspannung herauskommen. Ich kann an den beteiligten Halbleitern (teilweise noch Germanium-Halbleiter!) jedoch keine Auffälligkeiten feststellen, die auf einen Defekt hätten hindeuten können. So schwer es mir fällt: Ich schraube die Kiste wieder zu und spiele schon mit dem schlimmen Gedanken, in Zukunft mit dem „Plastiklacher“ (=das Reserverät) leben zu müssen.

Wandler-  
Trafo

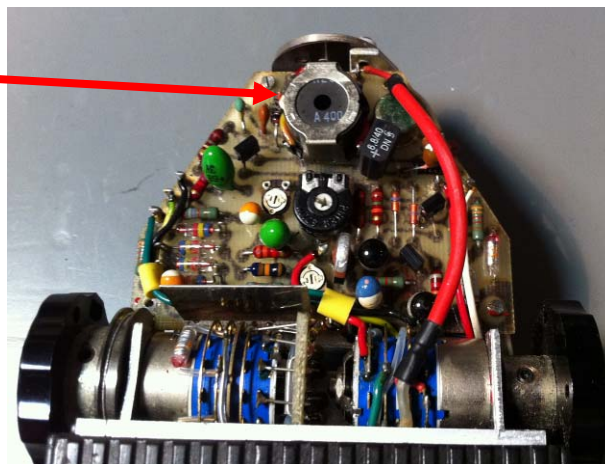


Abbildung 6: Schaltnetzteil(!) im 40 Jahre alten BK2205

### 3 Suche nach den Unterlagen

Dann ergab sich eine Fügung des Schicksals. Ich entdeckte bei ebay eine Auktion, in der ein 2205 Schallpegelmessgerät inklusive Unterlagen versteigert wurde. Erst haderte ich etwas mit mir, inwieweit ein Kontaktieren des Verkäufers Sinn machen würde, aber dann wagte ich es doch: ich fragte den Verkäufer, ob er mir wohl ein Foto des Schaltplans machen könnte, bevor er seinen 2205 verschickt.

Doch es kam keine Antwort.

Insgeheim hatte ich schon damit gerechnet, denn –mal ehrlich- welcher Verkäufer freut sich über Anfragen, die einem noch zusätzliche Arbeit machen und mit der kein einziger Cent zu verdienen ist. Ich hatte meine Anfrage also schon als „wahr wohl nichts“ verworfen, da flatterte eine Email in mein Postfach: mit einer Entschuldigung über die Verzögerung wegen der Urlaubszeit (es ist gerade Juli und täglich haben wir 30°C im Schatten) erkundigt sich der ebay-Verkäufer, ob ich den Schaltplan noch bräuchte.

Ich bin völlig baff, als ich wenige Tage später einen ganzen Schwung toller, hochauflösender Fotos aus dem BK2205 Service-Manual in meinem Postfach finde. Ich muss sagen, es freut mich wirklich riesig, dass es immernoch Menschen gibt, die völlig uneigennützig wildfremden Menschen „einfach so“ einen Gefallen tun- völlig ohne Hintergedanken. Umso trauriger werde ich, dass es auch andere Menschen gibt, die in Radio-Interviews herumjammern, dass der Gewinn im Quartal nicht wie erwünscht gestiegen sei und man nun überlegen müsse, welche Maßnahmen man jetzt ergreife, um mit 2 Milliarden Euro Netto-Reingewinn (kein Witz!) noch irgendwie über die Runden zu kommen. Es scheint so, als ob es wirklich Menschen auf der Welt gibt, die den Hals einfach nicht voll genug bekommen können. Ehrlich gesagt, tun mir diese Geschöpfe auf unserem schönen Planeten einfach nur leid. Sie werden wahrscheinlich nie in den Genuss kommen, ein Email-Postfach mit Schaltunterlagen völlig uneigennützig vollgesendet zu bekommen. :-)

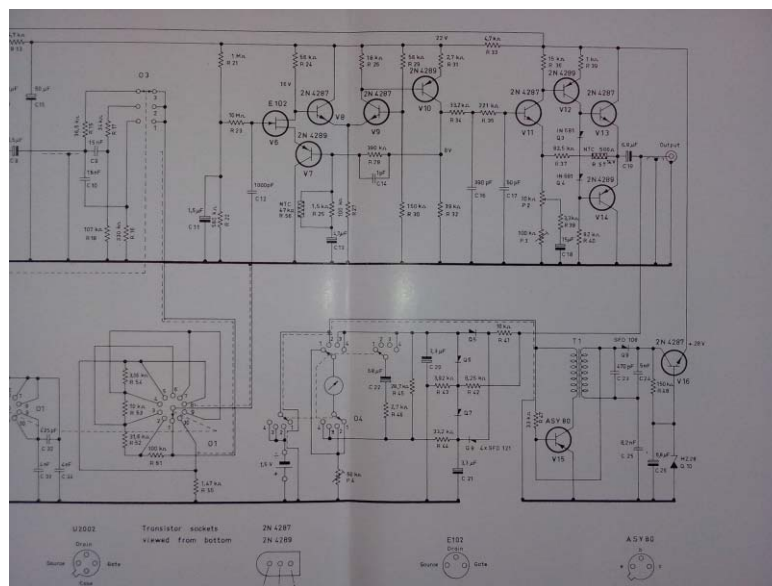


Abbildung 7: Schaltplanauszug vom Brüel&Kjaer 2205

## 4 Zweiter Reparaturversuch

Nachdem ich den Schaltplan ausgedruckt habe, wird mir schnell klar, was das Problem ist: die Schaltung des BK2205 wird mit +28V Volt versorgt- jedenfalls sollte sie das. Bei meinem BK2205 kommen nur ein paar mickrige, wackelige Volts aus dem Schaltnetzteil-Ausgang heraus und das erklärt, warum der Rest der Schaltung überhaupt nicht funktionieren kann.

Das Schaltnetzteil ist ziemlich einfach gehalten. Ein Germanium-Schalttransistor mit Rückkopplung, dann eine Einfachweg-Gleichrichtung und ein Transistor mit 28V Zenerdiode zur Spannungsstabilisierung- das war's. Da sollte ein Fehler doch zu finden sein, oder?

Ich beginne mit dem Durchklingeln der Diodenstrecken der aktiven Bauteile, finde jedoch keine Auffälligkeiten. Dann entscheide ich mich für das Durchmessen des Wandlertrafos. Aber auch der scheint -ohmsch gemessen- in Ordnung. Nun knöpfe ich mir die Kondensatoren vor. Besonders die Tantal-Elkos stehen in dem Ruf, nach Jahren gerne kaputt zu gehen. Doch auch hier entdecke ich nicht wirklich eine Auffälligkeit.

Trotzdem setze ich, sobald ich die alten Bauteile zum Überprüfen ausgelötet habe- hinterher „frische“ Bauteile an die Stelle, aus der sie kamen. Und siehe da: nach dem Tausch von vier Kondensatoren aus dem Schaltnetzteil-Bereich: das Gerät funktioniert wieder! :-)



Abbildung 8: ermutigend: Betriebsspannung wieder vorhanden!

## 5 Es geht, aber keiner weiß, warum!

Viele Hobbybastler würden mit dem Erfolg der Reparatur enden und sich angesichts des Ergebnisses freuen. Doch ich leider nicht. Ich will immer wissen, WARUM genau die Reparatur erfolgreich war. Im Moment weiß ich ja nur, dass der Schallpegelmesser zufällig wieder funktioniert, nachdem ich ein paar Kondensatoren getauscht habe, die jedoch alle einzeln für sich an der Kapazitätsmessbrücke unauffällig waren. Das befriedigt mich nicht. Ich will genau wissen, was hier los war.

Also klemme ich die ausgelöteten Bauteile erneut an den Kapazitätsmesser an- eigentlich nur, um dessen ESR-Werte zu messen. Und auf einmal bemerke ich an dem 4,7nF-Keramik Kondensator im Fußbereich einen leichten Riss. Lustigerweise scheint der Kondensator mit dem Riss noch immerhin knappe 4nF Kapazität zu haben- trotzdem ist ein Riss natür-

lich gefährlich: je nach Temperatur und der Ausdehnung der Materialien kann er sich vergrößern oder verkleinern und damit den Bauteilwert stark verändern (bis hin zur Unterbrechung).



**Abbildung 9: 4,7nF Kondensator gebrochen**

Und genau das passiert jetzt: noch während des Messens bricht das Bauteil auseinander. Damit dürfte es wohl ziemlich eindeutig sein: dieser Kondensator war definitiv defekt!

## 6 Abschlussmessungen

Wer es jetzt wissenschaftlich haben will, simuliert den Fehler noch einmal durch das bewusste Einlöten defekter Bauteile an genau dieser Stelle, aber so weit will ich nun wirklich nicht gehen. Mir reicht es, ein defektes Bauteil gefunden und durch Einlöten eines neuen die Funktion des BK2205 Schallpegelmessers wiederhergestellt zu haben.

Damit bin ich beim Stadtfest nächstes Jahr wieder ganz vorne mit dabei! Ha! :-)



**Abbildung 10: Siegerfoto: exakte 94dB(A)-Anzeige am BK2205**

**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. Ich verfolge grundsätzlich bei meinem Hobby keine kommerziellen Interessen. Sollten in diesem Bericht in irgend einer Art Firmennamen oder Herstellernamen zu lesen sein (z.B. auf Fotos), so ist dies unbeabsichtigt und daher nicht als Werbung für diese Firmen misszuverstehen.

Dieser Artikel unterliegt dem Urheberrecht. Alle Rechte vorbehalten.

**14AUG2013**, Marc Michalzik