



ARTA - APPLICATION NOTE

No 1: Die ARTA-Messbox inkl. Platinenversion

ARTA MessBox, das Original

Zur Vereinfachung von Messungen mit ARTA, LIMP und STEPS wird im Folgenden der Aufbau einer einfachen Messbox beschrieben, die dem Anwender das umständliche Umstecken von Messleitungen abnehmen soll.

Preisgünstiges und typischerweise eingesetztes Messequipment für Lautsprechermessungen besteht aus

- 1) einer qualitativ hochwertigen Soundkarte (z.B. Terratec EWX 254/96 oder M-Audio USB Transit),
- 2) einem kalibrierten Mikrofon (z.B. Behringer ECM 8000 oder MBC 550),
- 3) einem Mikrofonvorverstärker mit kalibrierter Verstärkung (z.B. Stage Line Amp102),
- 4) einem Leistungsverstärker (jeder Audioverstärker mit Lautstärkerreglung und einer Ausgangsleistung von 10-50W sollte geeignet sein),
- 5) einer Schaltbox (z.B. ARTA Messbox) sowie erforderliche Messkabel für die Verbindung der einzelnen Bestandteile der Messkette.

Bild 1 zeigt eine Messbox, die für die Messung der Lautsprecherimpedanz und zweikanalige Frequenzgangmessungen ausgelegt ist.



Bild 1: Vorderansicht der ARTA-Messbox.

Auf der Vorderseite der ARTA-Messbox sind zu finden:

- Eine Cinchbuchse für die Verbindung mit dem Mikrofon Vorverstärker,
- Buchsen für den Lautsprecheranschluss,
- ein Schalter für die Umschaltung zwischen Impedanzmessung und Zweikanal-Frequenzgangmessung,



ARTA - APPLICATION NOTE

No 1: Die ARTA-Messbox inkl. Platinenversion

- ein Schalter für die Umschaltung zwischen dem normalen Messmodus und dem Kalibriermodus für die Impedanzmessung.

Auf der Rückseite der Messbox (Bild 2) sind zwei Cinchbuchsen für die Verbindung mit dem rechten und linken Line-In-Kanal der Soundkarte und die Ausgangsbuchsen zum Leistungsverstärker (Rot = Signal, Schwarz = Masse).



Bild 2: Rückseite der ARTA-Messbox.

Bild 3 zeigt ein Foto aus dem Inneren einer fertig aufgebauten ARTA-Messbox, Bild 4 zeigt den Schaltplan der ARTA-Messbox und Tabelle 1 weist die Stückliste mit allen benötigten Bauteilen aus.

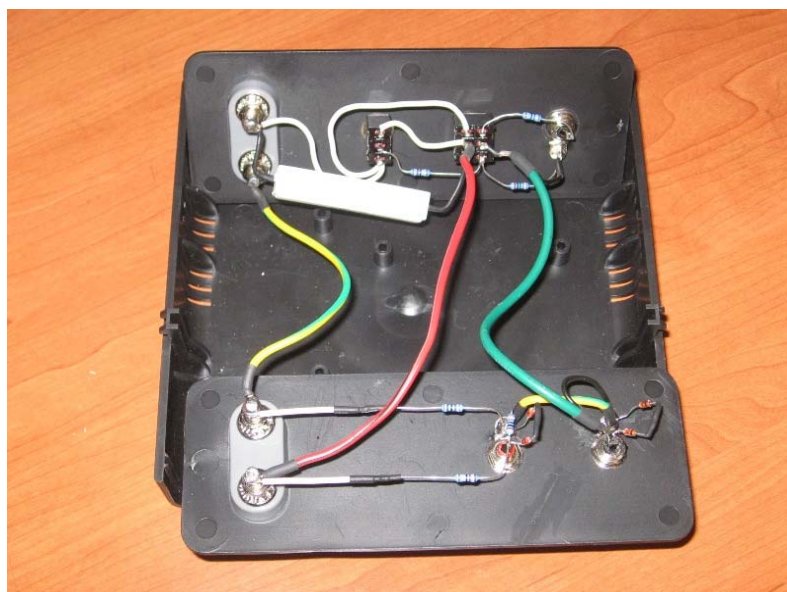
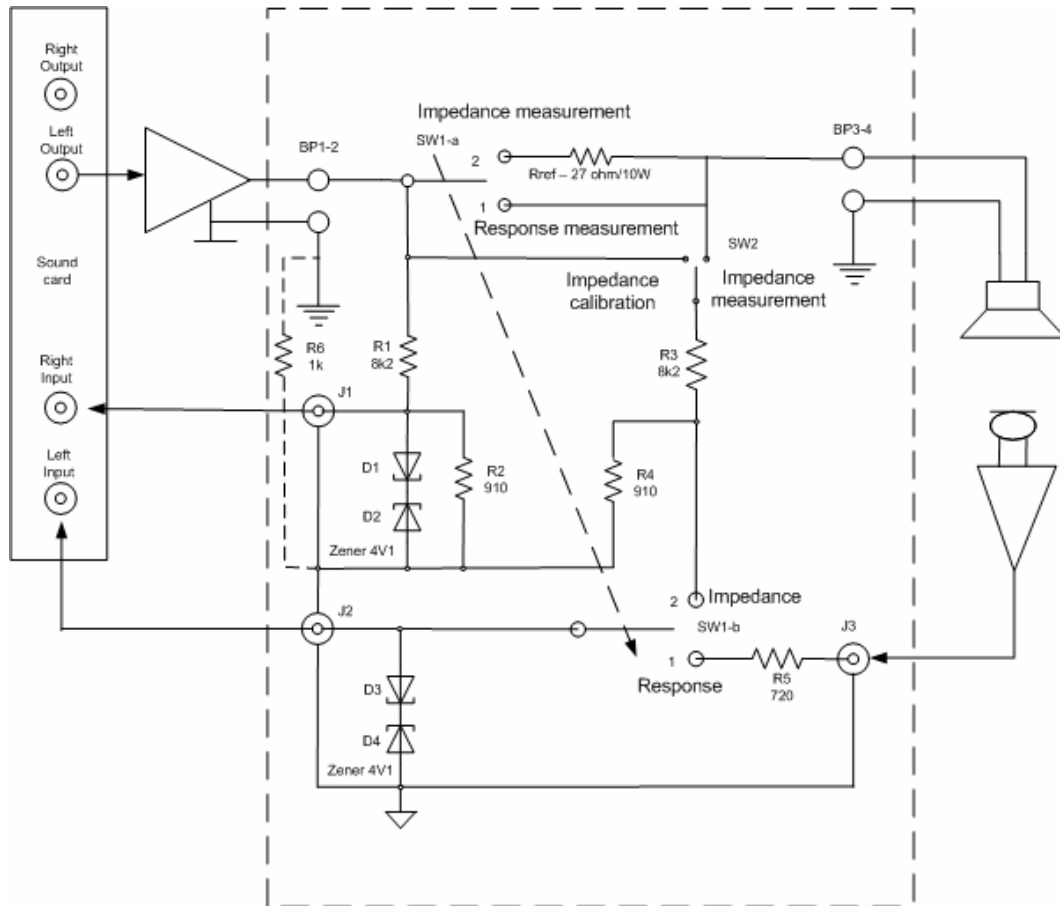


Bild 3: Fertig aufgebaute ARTA-Messbox



- Anm. 1** Die Masse des Leistungsverstärkers und der Soundkarte sind durch einen 1k Widerstand getrennt.
- Anm. 2** Bitte verwenden Sie keinen Brückenverstärker mit virtueller Masse!
- Sicherheit** Die Eingänge der Soundkarte sind durch die Zenerdioden geschützt. Der Leistungsverstärker ist geschützt, wie vom Hersteller angegeben. Achten Sie darauf, dass die vom Hersteller angegebene nominelle Impedanz nicht unterschritten wird.

Bild 4: Schaltplan der ARTA-Messbox

Bezeichnung	Wert
Box	Gehäuse
Rref	Referenz Widerstand 27 ohm/10W
R1, R3	8k2 (Spannungsteiler $1 / 10.011 = 0.09989$)
R2, R4	910
R5	720
R6	1k
D1,D2,D3, D4	Zenerdiode 4.3V / 0.5W
J1	Cinchbuchse, Rot
J2, J3	Cinchbuchse, Schwarz
BP1-2, BP3-4	Lautsprecherbuchse
SW1	Schalter, 6A, 2 x UM
SW2	Schalter, 1 x UM

Tabelle 1: Stückliste zur ARTA-Messbox



ARTA - APPLICATION NOTE

No 1: Die ARTA-Messbox inkl. Platinenversion

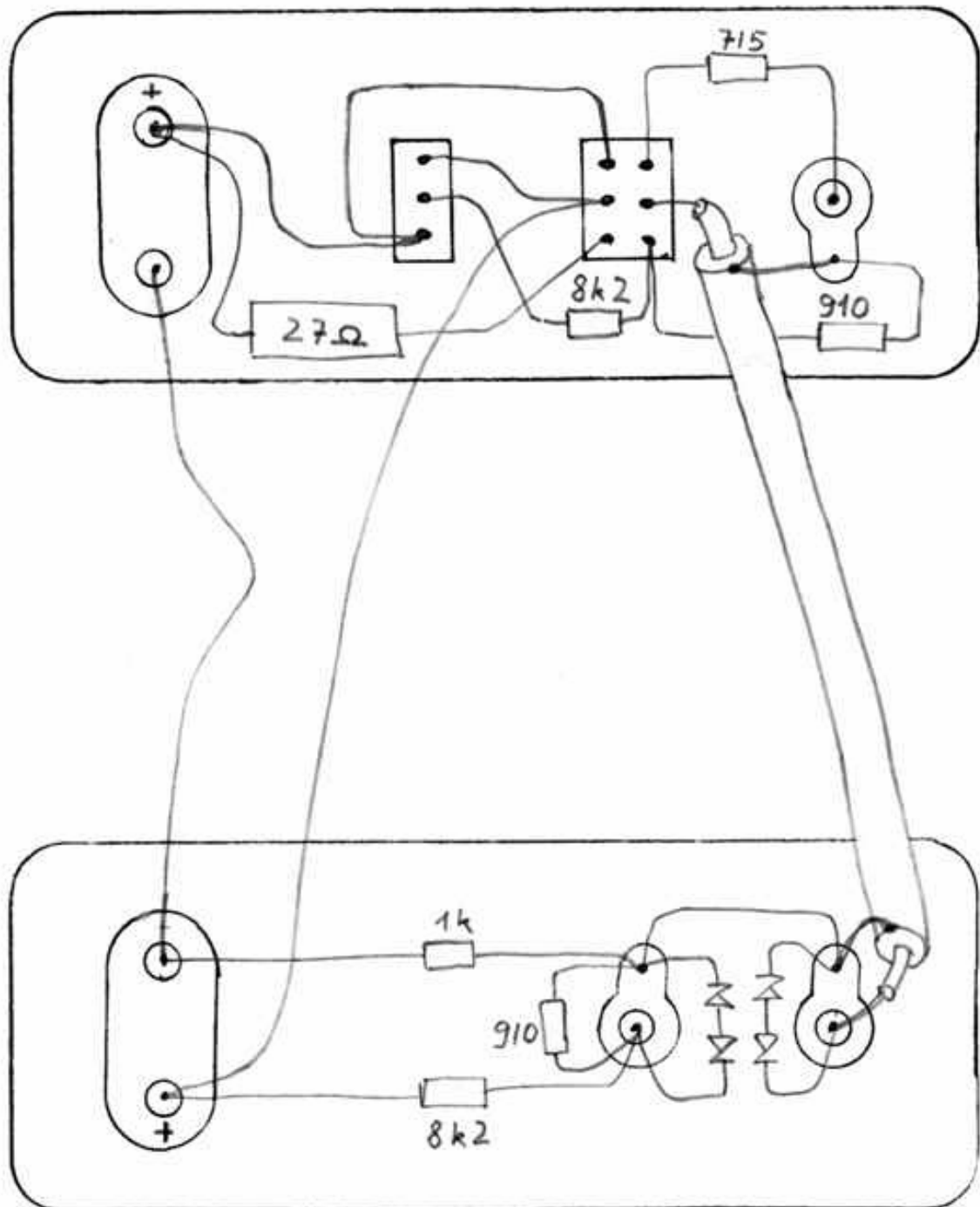


Bild 4a: Aufbauplan für die ARTA-Messbox



Mathematik für individuelle Anpassungen

Für die Anpassung der ARTA-Messbox an die eigenen Bedürfnisse ist ein wenig Mathematik erforderlich. In der hier gezeigten Konfiguration ergeben sich für die ARTA-Messbox die folgenden Werte:

Widerstand R1, R2 bilden zusammen mit der Eingangsimpedanz Zin der Soundkarte einen Spannungsteiler k , der durch

$$k = (R2 \parallel Z_{in}) / (R1 + R2 \parallel Z_{in})$$

beschrieben wird. Die maximale Spannung, die vom Leistungsverstärker zum Line-In-Kanal der Soundkarte abgegeben werden kann, ist gleich dem Verhältnis der *Empfindlichkeit der Soundkarte in Volt RMS* / k . Damit ist die maximale Leistung, die bei der Messung genutzt werden kann, gleich

$$P_{Max} = (\text{Eingangsempfindlichkeit in Volt RMS} / k)^2 / \text{ nominale Lautsprecherimpedanz}$$

Für übliche Werte, z.B. $Z = 10k$, $R1 = 8k2$, $R2 = 910$, Eingangsempfindlichkeit = 1V, können wir berechnen, dass $P_{Max} = 29W$ für 4 Ohm oder $P_{Max} = 14.5W$ für 8 Ohm beträgt.

Wenn Ihr Verstärker diese Leistungen nicht abgeben kann, sollte der Spannungsteiler entsprechend angepasst werden. Das gilt ebenfalls, wenn mit höherer Leistung gemessen werden soll.

Der Wert von R5 kann aus der folgenden Beziehung abgeleitet werden:

$$R5 = R1 \parallel R2 - Z_{out}$$

wobei Z_{out} die Ausgangsimpedanz des Mikrofonvorverstärkers ist. Diese Beziehung leitet sich daraus ab, dass beide Eingangskanäle durch einen Generator mit gleicher Quellimpedanz betrieben werden.

In der aktuellen Anordnung wurde $Z_{out} = 100$ Ohm Ausgangsimpedanz angenommen, was z.B. dem Wert des Stage Line MPA 102 Mikrofonvorverstärkers entspricht.



Nutzung der ARTA-Messbox für kalibrierte Messungen

Für **Impedanzmessungen mit LIMP** bringen Sie bitte SW2 in Stellung 'Imp Cal' und führen die Kalibrierung gemäß Handbuch durch. Nach der Kalibrierung bringen Sie SW2 wieder in Stellung 'Measurement'.

Zur **Messung des Frequenzganges mit ARTA und STEPS** im Zweikanalmode müssen die Werte für die rechte und linke Vorverstärker-Probe-Verstärkung eingegeben werden. In diesem Mode bleibt SW2 in Stellung 'Measurement'. Es ist definiert, dass der rechte Eingangskanal der Soundkarte als Referenzkanal und der linke Kanal als Messkanal benutzt wird.

Für die Verstärkung des rechten Vorverstärkers (Ext. right preamp gain) errechnen Sie mit den Werten des Probe-Spannungsteilers folgenden Eingabewert

$$r = (R2 \parallel Z_{in}) / (R1 + R2 \parallel Z_{in}) = (910 \parallel 10000) / (820 + (910 \parallel 10000)) = 0.0923$$

Für die Verstärkung des linken Vorverstärkers (Ext. left preamp gain) berechnen Sie mit

$$l = V_{\text{MicPreAmp}} * Z_{in} / (Z_{out} + R5 + Z_{in})$$

und den folgenden Werten für Verstärkung des Mikrofonvorverstärkers $V_{\text{MicPreAmp}} = 100$ (40dB), $Z_{out} = 100$, $R5 = 715$ und $Z_{in} = 10000$

$$l = 100 * 10000 / 10815 = 92.46$$

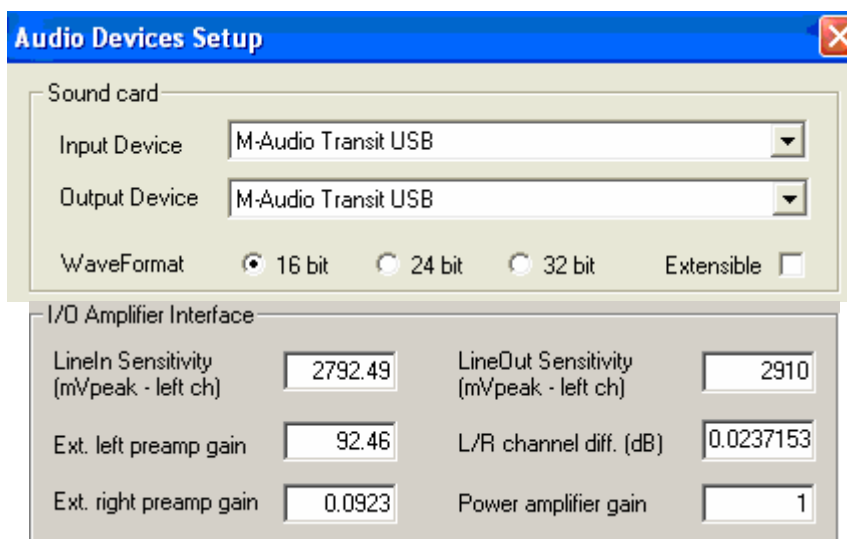


Bild 5: Menü 'Audio Devices Setup' für ARTA and STEPS



ARTA - APPLICATION NOTE

No 1: Die ARTA-Messbox inkl. Platinenversion

Wenn Sie im Einkanalmode kalibrierte Messungen durchführen wollen, müssen Sie zusätzlich die Verstärkung des Leistungsverstärkers eingeben (Power Amplifier Gain). Die Verstärkung des Leistungsverstärkers können Sie im ‚Spectrum Analyzer Mode‘ ermitteln. Dazu stellen Sie am Generator eine frei gewählte Ausgangsamplitude V (dB) ein und messen die Amplitude M (dBV) des rechten Kanals ohne Lautsprecher. Dann ergibt sich die Verstärkung des Leistungsverstärkers zu

$$V_{PowerAmp} = (LineInSensitivity / LineOutSensitivity) * 10^{(M - V) / 20}$$

Normalerweise wird die einkanalige Frequenzgangmessung jedoch nur unkalibriert genutzt und deshalb wird die Verstärkung des Leistungsverstärkers selten benötigt. Die Aussage gilt gleichermaßen für das Pre-Release von STEPS. In der Release-Version von STEPS ist die Kalibrierung der Verstärkung des Leistungsverstärkers nicht mehr erforderlich.

Bei allen Messungen mit der ARTA-Messbox ist die Masse von Input und Output der Soundkarte nicht verbunden und somit gibt es bei kalibrierten Messungen keine Probleme mit Masseschleifen.

Schlussbemerkung

Die ARTA-Messbox ermöglicht die einfache Durchführung kalibrierter Messungen des Impedanz- und Frequenzganges. Sie gewährleistet hohe Sicherheit für Soundkarte und andere Bestandteile der Messkette.

Für den Fall, dass Ihre Soundkarte bereits einen qualitativ hochwertigen Mikrofonvorverstärker beinhaltet (z.B. TASCAM USB-122) oder wenn die Soundkarte einen Ausgang hat, der auch relativ niedrige Impedanzen treiben kann, ist eine andere Lösung für die Messbox gefragt. Dazu erscheint demnächst eine separate ARTA-Application Note.

Hinweis für Nutzer der Pre Release-Version von ARTA and STEPS:

Beachten Sie bitte, dass ein Fehler beim Laden des Kalibrierungsfiles auftritt. Die Verstärkungsfaktoren des linken und rechten Kanals werden beim Laden des cal-Files vertauscht. Zur Behebung des Fehlers müssen die Werte nach jedem Laden des cal-Files korrigiert werden.

Rev. 02.Ger
Split, 14.04.2006

ARTA MessBox, die Platinenlösung

Wer in der Lage ist selbst Platinen herstellen zu können, für den kommt auch die folgende Lösung in Frage. Verdrahtungsfehler sollten somit ausgeschlossen sein.

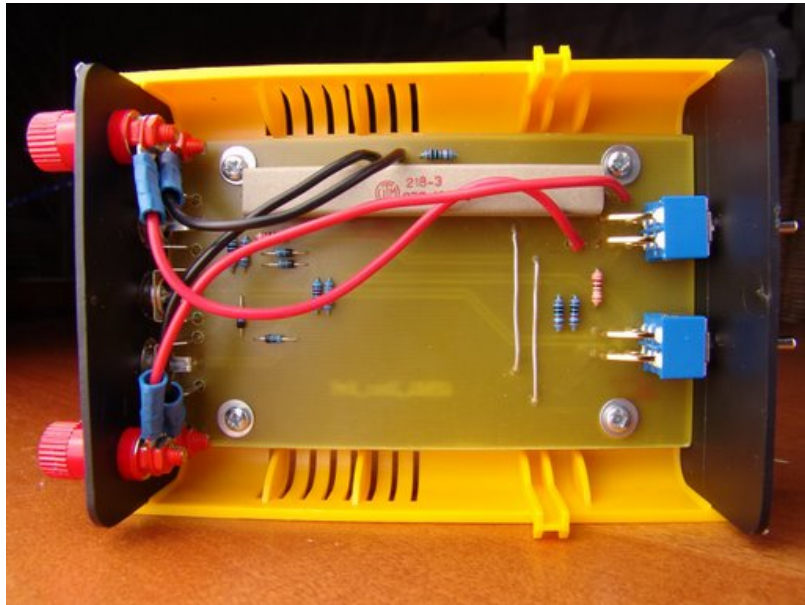


Bild 6: Die Platinenlösung der ARTA-Messbox

Die Platine ist einseitig, was die Herstellung relativ einfach macht. Bild 6 zeigt den Blick auf die Bestückungsseite. Bis auf die Lautsprecherklemmen befinden sich alle Bauteile direkt auf der Platine. Die Schalter sind beide als 2 x UM ausgeführt. Die Widerstände 715 Ohm und 910 Ohm entsprechen nicht der verbreiteten E24 Reihe und sind dadurch mitunter schwierig zu beschaffen. In der Regel lassen sich aber beliebige Widerstandswerte durch Parallelschaltung von zwei E24 Reihe Widerständen realisieren und die Platine ist dafür vorgesehen, wahlweise einen oder zwei Widerstände aufzunehmen. Im ersten Fall bleibt einfach ein Bestückungsplatz frei.

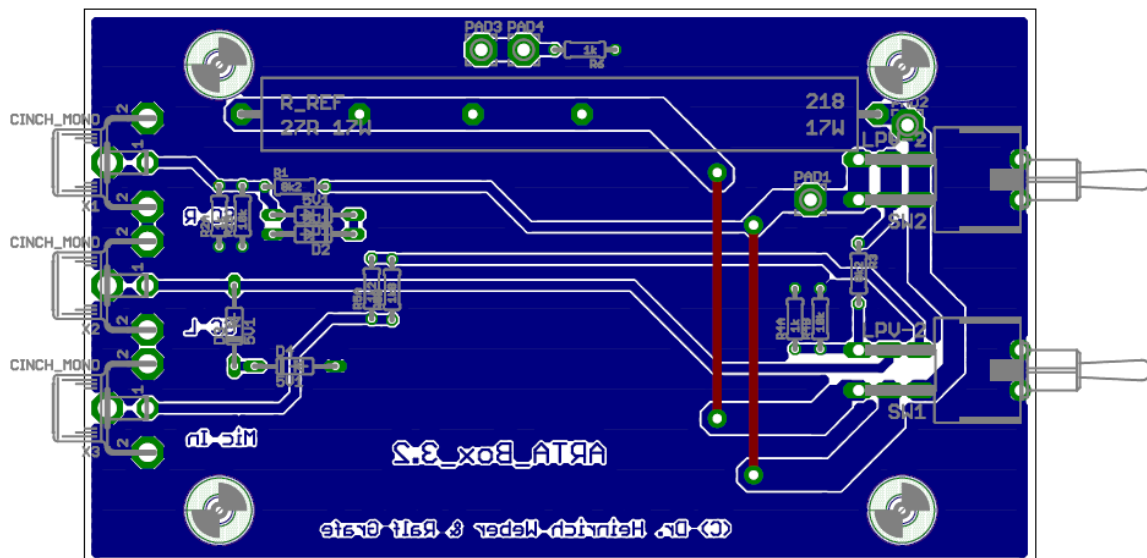


Bild 7: Bestückungsseite der Platine für die ARTA-Messbox

Zu guter Letzt noch ein Blick auf den Bestückungsplan (Bild 7) und den Schaltplan (Bild 8) aus dem die Zuordnung der Anschlüsse und der Bauteile zu entnehmen ist.

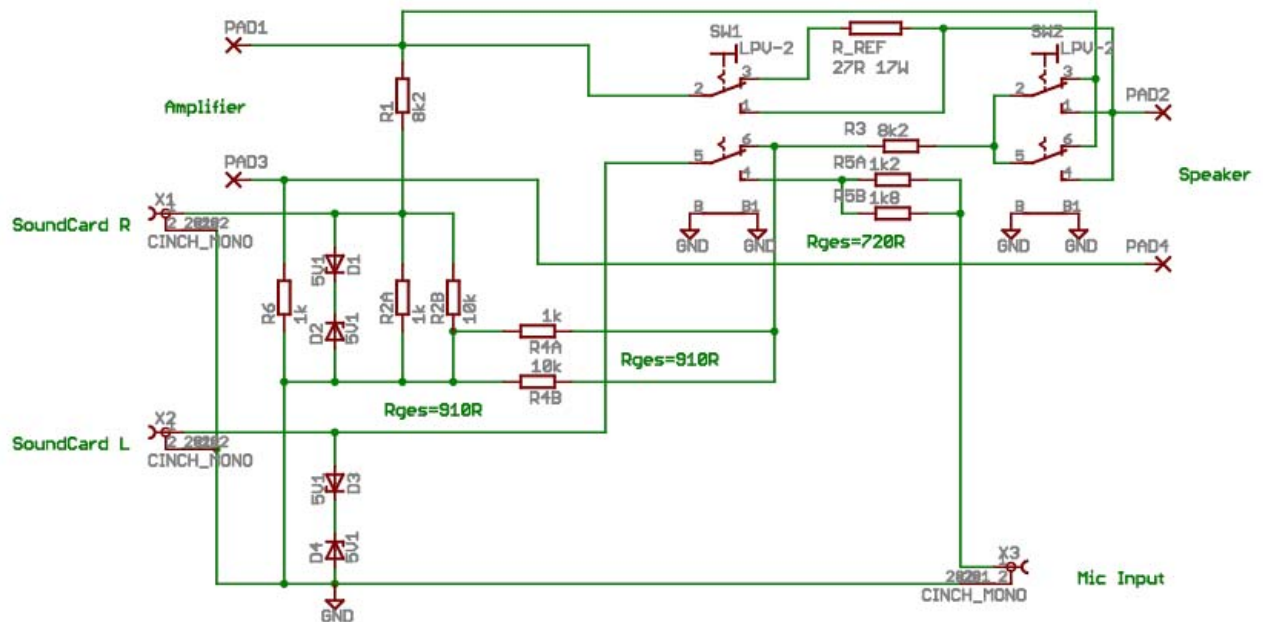


Bild 8: Schaltplan für die Platinenlösung der ARTA-Messbox



Bild 9: Die fertig aufgebaute ARTA-Messbox

Das Platinenlayout, Ätzevorlage sowie alle erforderlichen Informationen finden Sie unter:
<http://www.mini-cooper-clubman.de/html/messung.html>



ARTA - APPLICATION NOTE

No 1: Die ARTA-Messbox inkl. Platinenversion

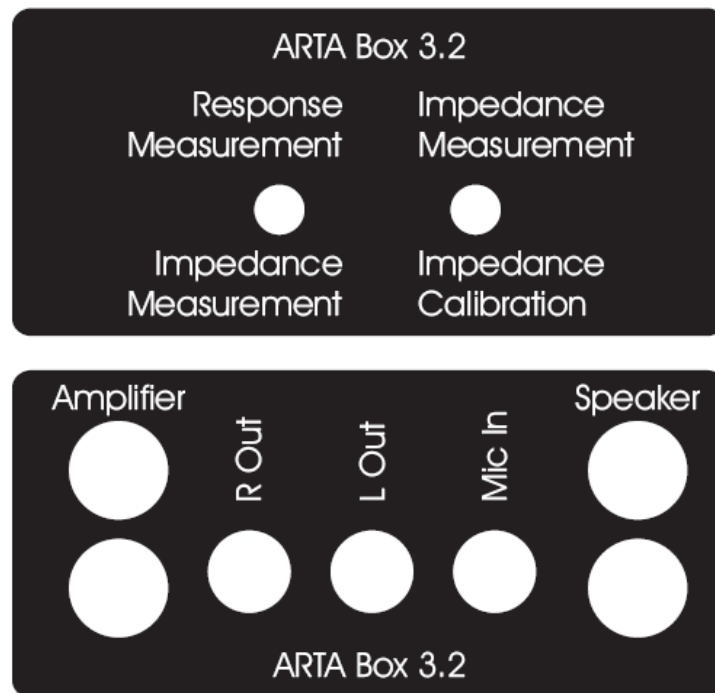


Bild 10: Beschriftungsvorlage für die ARTA-Messbox

Bild 10 zeigt die Beschriftungsvorlage für die MessBox. Die Zusammenstellung aller erforderlichen Bauteile ist der Stückliste zu entnehmen.

Anzahl	Bezeichnung	Artikel
1		Platine (siehe auch Link)
1		Kunststoffgehäuse (Reichelt Eurobox)
2	SW1, SW2	Kippschalter (Reichelt MS 500FVT)
2	PAD3, PAD4	Polklemme Schwarz
2	PAD1, PAD2	Polklemme Rot
3	X1, X2, X3	Cinchbuchse, Print Metall
1	R Ref	Hochlast Drahtwiderstand 17W
2	R1, R3	Widerstand 8k2
3	R2a, R6, R4a	Widerstand 1k
2	R2b, R4b	Widerstand 10k
1	R5b	Widerstand 1k8
4	D1-D4	Zenerdiode 4,3V / 0.5W

Tabelle 2: Stückliste für ARTA Platinen MessBox

Sofern individuelle Anpassungen an das eigene Equipment vorgenommen werden sollen, so findet man die erforderlichen Berechnungsgrundlagen weiter oben.

Viel Spaß beim Nachbau!
Ralf Grafe & Heinrich Weber

Rev. 1 Nov. 2008