

Kalibrierung des Messsystems

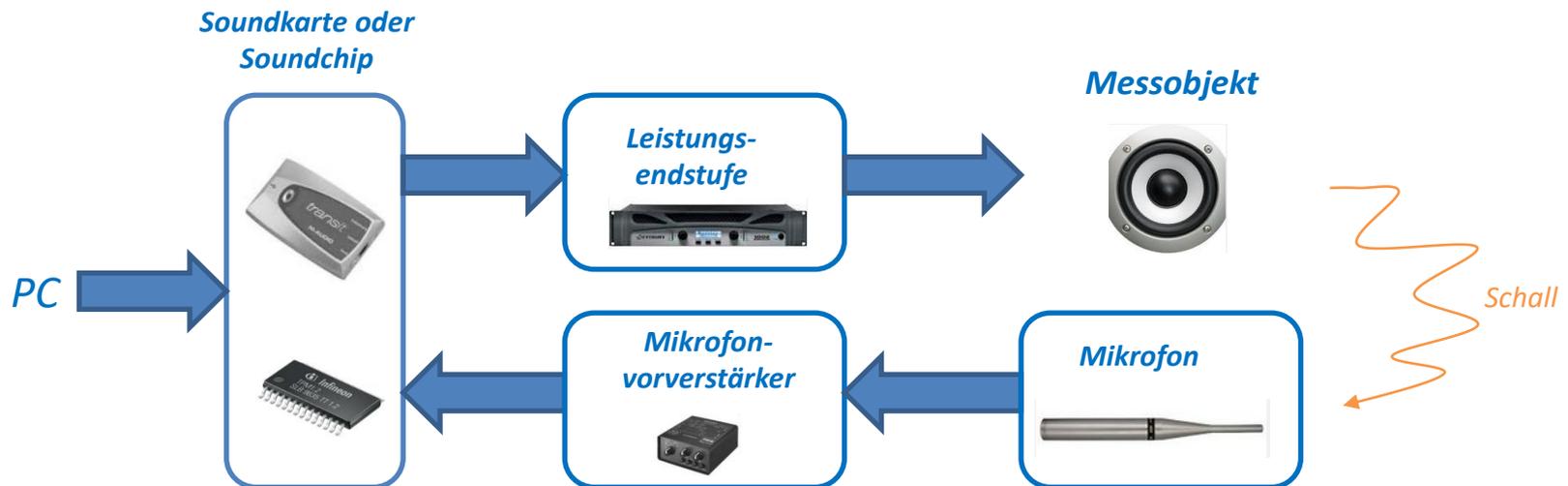
Ist eine Kalibrierung des Messsystems überhaupt notwendig?

Mit der Kalibrierung des Messsystems, also der Messsoftware (z.B. ARTA) und an den PC angeschlossene Hardware STIC und Mikrofon wird das Messsystem vor der ersten Messung einmalig auf maximal mögliche Messgenauigkeit eingestellt. Dabei wird der Messsoftware die Messempfindlichkeit der angeschlossene Hardware bekannt gemacht und die Software ist dadurch erst in der Lage bestimmte physikalische Werte (Spannungen, Pegel...) exakt darzustellen. Eine Messsoftware muß also wissen, welche Spannung einem Vollausschlag des Anzeigeelementes entspricht, damit diese auch richtig dargestellt werden kann.

So werden z.B. Pegelmessgeräte häufig in einen Pegelkalibrator eingesteckt, der einen definierten Schalldruck bei einer festgelegten Frequenz z.B. 94dB @ 1kHz liefert. Über ein Potentiometer im Pegelmessgerät wird anschliessend die Anzeige auf z.B. 94,00 eingestellt. Das gekaufte Pegelmessgerät zeigte zwar zufälligerweise schon vorher eine relativ gute Genauigkeit von 93,5dB an, weist aber in seiner Spezifikation eine Genauigkeit von ± 2 dB aus. Ohne einen Pegelkalibrator kann diese Genauigkeit jedoch nicht festgestellt bzw. das Gerät nicht kalibriert werden, so dass man mit einem spezifiziertem Anzeigefehler von ± 2 dB rechnen muss.

In unserem Messsystem ARTA + STIC + MIC haben wir einen ähnlichen Fall. ARTA und andere Messsoftware benötigt Informationen über die gesamte Messkette, um die Messwerte richtig darstellen zu können. Das wäre zunächst mal im Einzelnen:

Kalibrierung des Messsystems



Die elektrisch- physikalischen Eigenschaften jeden **„Gerätes“** - außer natürlich das Messobjekt selber – muß der Messsoftware bekannt gemacht werden. Das sind in hauptsächlich Spannungsverstärkungen (Mikvorverstärker, Leistungsstufe) und Empfindlichkeiten (Mikrofon, Soundkarte oder Soundchip)

Kalibrierung des Messsystems

- **Die Empfindlichkeit des Mikrofons**

Der Eintrag der Mikrofon'sensitivity'gibt ARTA die notwendige Information über die Mikrofon Ausgangsspannung bei einem festgelegten Schalldruck an einem Schallpegelkalibrator. Die Empfindlichkeitsangabe findet man häufig in der mitgelieferten Korrekturdatei (Textdatei)

- **Die Empfindlichkeit der verwendeten (auch eingebauten) Soundkarte**

Es ist erforderlich, der Messsoftware die Ausgangsspannung der Soundkarte bei maximalem Generatorpegel sowie der Eintrag der maximalen Eingangsspannung (= Vollausschlag) mitzuteilen. Auf diese Weise weiß die Software welche Spannung einem Vollausschlag = 0dB entspricht.

- **Die Verstärkung des Mikrofonvorverstärkers**

Die Einstellung der Mikrofonvorverstärkung hat einen massiven Einfluss auf die richtige Darstellung des Messergebnisses. Es ist klar, dass ein auf eine bestimmte Verstärkung kalibrierte Messsystem bei höheren Verstärkungsfaktoren unkorrekte Pegel anzeigt. Daher muss man jede Schalterstellung neu kalibrieren. Besonders ungünstig ist verständlicherweise die Verwendung eines Mikrofonvorverstärkers mit stufenloser Einstellung mittels Potentiometer, da der genaue Verstärkungswert schwer zu ermitteln ist.

- **Die Verstärkung des angeschlossenen Endverstärkers**

Es ist auch klar, dass ohne weitere Maßnahmen ein kalibriertes Messsystem bei einer anderen Einstellung des Lautstärkerreglers im Verstärker höhere Pegelanzeigen ausweist. Das Problem liegt darin, dass das Messsystem nicht weiss, um wieviel sich die Lautsprecherleistung beim Drehen des Lautstärkerreglers ändert. Eine richtige Anzeige des absoluten Wertes ist auf diese Weise nicht möglich. Eine mögliche Abhilfe ist die Rückführung des Verstärkerausgangssignales über eine Spannungsteiler in einen zweiten Referenzeingang. Auf diese Weise wird eine gegenüber der Kalibriereinstellung geänderte Lautstärkereinstellung der Software pegelrichtig bekannt gemacht.

Kalibrierung des Messsystems

Idealerweise wird jedes einzelne System bereits ab Werk kalibriert , es werden also individuelle Kalibrier – oder Initialisierungsdateien für jedes einzelnes Messsystem mitliefert, oder bereits bei der Programminstallation bereitgehalten.

Eine andere Möglichkeit wäre die Entwicklung einer Messhardware , die zwar absolut betrachtet Messabweichungen aufweisen darf, aber im Vergleich von einem Gerät zum anderen nur vernachlässigbare, geringe Abweichungen hat. Auf diese Weise reicht es aus die Kalibrierdaten nur an einem Gerät („golden sample“) vorzunehmen und dann diese eine Kalibrierdatei allen Geräten beizulegen. Man spart sich dabei die aufwendige und damit teure individuelle Kalibrierung jedes einzelnen Gerätes. An einem Beispiel eines Spannungsteilers kann man das deutlich machen. Wird ein Spannungsteiler mit 1% Widerständen realisiert, so beträgt der Pegeltoleranz weniger als 2%. Eine 2%ige Abweichung entspricht einer Abweichung von $20 \log(1-0,02) = \pm 0,18\text{dB}$. Diese Messgenauigkeit fällt schon in den Bereich, die selbst mit einer Kalibrierung in der Praxis kaum erreicht wird, da Alterung und Temperatureinflüsse durch eine Kalibrierung generell nicht kompensiert werden. Untersuchungen an den in den STICs verwendeten integrierten Schaltungen ergaben z.B nur sehr geringe Kanalabweichungen in der Größenordnung von $\pm 0,1\text{dB}$, in der Summe ausreichend um ohne individuelle Kalibrierung $\pm 1\text{dB}$ absolut genau messen zu können.

Kalibrierung des Messystems

Aktuell werden daher drei - für alle STICs gültige – ,Kalibrierdateien‘ veröffentlicht in die noch der jeweilige Mikrofonempfindlichkeitswert eingefügt werden muss, der der entsprechenden Mikrofonkorrekturdatei entnommen werden kann. Interessierte können nachfragen auf welche Weise das Messsystem individuell kalibriert werden kann. Allerdings ist ein Digitalmultimeter erforderlich, man muß den STIC auseinanderbauen und die Kalibrierung ist noch etwas umständlich.

Unschön ist momentan, dass die Mikrofonempfindlichkeit aus der Korrekturdatei entnommen werden muß und in alle drei Kalibrierdateien händisch nachgetragen werden muß, was sich aus einer zu starken Abgrenzung der Verantwortlichkeiten ergab – momentan Eltipo für die Mikrofone und ich SNT für den STIC. Wer mit dem Vorbereiten der Dateien Schwierigkeiten hat, kann mir gerne eine Mail schreiben mit der Mikrofonkorrekturdatei im Anhang und ich schicke Euch die geänderten Dateien zurück.

Der STIC-Messsystem muss für Impedanzmessungen in LIMP und für Frequenzgangmessungen in ARTA unabhängig voneinander ,kalibriert‘ werden. Dabei geschieht wie oben beschrieben die Frequenzgang‘kalibrierung‘ über ARTA mit dem Laden einer der drei (korrigierten) Kalibrierdateien, die an einem ,golden sample‘ vorgenommen wurden, eine ,echte‘ Impedanzkalibrierung wird dagegen direkt in LIMP vorgenommen. In Zukunft wird für jeden STIC-C (ompact) auch eine komplette, individuelle Kalibrierdatei angeboten.

Nach der Kalibrierung muß je nach Schalterstellung des Mikrofonvorverstärkers nur noch einer der drei Kalibrierdateien geladen sein und das Messsystem ist bereit.

Kalibrierung des Messsystems

Die Vorbereitung und Kalibrierung des Messsystems ist hier genau beschrieben:

<http://www.diy-hobby.de/stic-acoustic-analyser-all-in-one-solution/arta-und-stic-f%C3%BCr-alle-messungen-kalibrieren/>