

Universeller Messadapter für die Soundkarte

Mittels eines Messadapters für die Soundkarte ist es möglich, ein sehr kostengünstiges Messaufnahmesystem zu realisieren. Dieser Artikel beschreibt Aufbau, Wirkungsweise und Nutzung des Systems mit LabVIEW.

Einleitung

Die auf dem Markt befindlichen Geräte zur PC-gesteuerten Messdatenaufnahme kosten typischer Weise deutlich über 200 Euro. Einzelne Hersteller bieten auch günstigere Geräte an; diese sind allerdings oft nur mit einer proprietären Software nutzbar, die wiederum in ihren Möglichkeiten sehr eingeschränkt ist.

Grundsätzlich liegt es nahe, die in jedem PC vorhandene Soundkarte zu nutzen. Diese ist in der Lage, gleichzeitig zwei Eingangssignale mit einer Auflösung von 16 Bit und einer Abtastfrequenz von bis zu 44,1 kHz zu digitalisieren. Gleichzeitig steht mit LabVIEW eine Software zur Verfügung, die einen einfachen Zugriff auf die Soundkarte erlaubt und eine Vielzahl von Weiterverarbeitungs- und Darstellungsmöglichkeiten bietet.

Problematisch sind allerdings zwei Dinge. Zum einen sind Soundkarten nur zum Aufnehmen von Audiosignalen gedacht. Daher befinden sich in allen Karten Koppelkondensatoren im Eingang, die ein Aufnehmen von Gleichspannung verhindern. Zum anderen liegt die maximale Eingangsspannung bei ca. 1-2 V_{SS} (dies variiert gerätespezifisch). Ein zu großes Eingangssignal könnte daher die Soundkarte zerstören.

Beide Probleme sollen mit dem hier vorgestellten Messadapter umgangen werden. Um Gleichspannungen zu messen, wird das angelegte Messsignal mittels eines Analogschalters in eine Rechteckspannung umgewandelt, welche über den Koppelkondensator geleitet werden kann. In LabVIEW wird diese Rechteckspannung dann analysiert und in den Gleichspannungswert zurückgerechnet.

Darüber hinaus bietet der Messadapter die Möglichkeit, die Eingangssignale in drei wählbaren Stufen zu verstärken, um diese auf die maximale Eingangsspannung der Soundkarte anzupassen. Zum zusätzlichen Schutz der Soundkarte werden Schutzdioden eingesetzt.

Schaltungsprinzip

Abbildung 1 zeigt den Schaltplan des Messadapters.

Spannungsversorgung:

Die Schaltung wird über den USB-Anschluss des PCs versorgt. Mittels des Bausteins LTC 1044 (IC 4) wird aus den 5 Volt des USB-Anschlusses eine symmetrische Spannung von ± 5 V für den Betrieb der OPs erzeugt.

Eingangsverstärker:

Um Spannungen von maximal ± 10 V messen zu können, wird das Eingangssignal zunächst durch einen Spannungsteiler halbiert. Die nachfolgende Verstärkerstufe bietet die Möglichkeit, durch Umschalten des Schalters S2 die drei Verstärkungen 10; 1 und 0,1 zu wählen.

Testsignalerzeugung:

Um das Gerät später in LabVIEW kalibrieren zu können, ist ein Testsignal vorgesehen. Das IC1 ist eine Referenzspannungsquelle von 2,5 Volt. Durch den angeschlossenen Spannungsteiler aus R12 und R16 ergibt sich ein Testsignal von 1 V, das bei Drücken von Taster S6 an den Eingang der Eingangsverstärker gelegt wird.

Rechteckgenerator:

Der Rechteckgenerator wird mittels des ICs ICM-7555 (eine CMOS-Version des bekannten Timer-ICs NE-555) realisiert. Die Frequenz wird durch die äußere RC-Beschaltung auf ca. 1 kHz festgelegt. Trimmer P1 dient dazu, den Tastgrad einstellen zu können.

Chopper:

Der Chopper dient dazu, im Fall von am Eingang anliegender Gleichspannung diese in eine Rechteckspannung zu verwandeln. Wir benutzen dazu das IC 4053N, das drei voneinander unabhängige Analogschalter bietet, von denen wir zwei verwenden (siehe Abb. 2). Sobald am Steuereingang des ICs ein HIGH-Pegel anliegt, schaltet das IC die am oberen Eingang anliegende Spannung auf den Ausgang durch. Im Fall eines LOW-Pegels am Steuereingang wird das Massepotential auf den Ausgang gelegt. Die unsymmetrische Form des entstehenden Rechtecksignals dient später in LabVIEW zur Prüfung, ob das Eingangssignal positiv oder negativ war.

Begrenzer:

Um die Soundkarte zu schützen, sind am Ausgang des Adapters Begrenzer-Dioden eingebaut. Da eine einzelne Diode ab ca. 0,7 V leitet, wird so die maximale Spannung auf ca. $2,8 V_{SS}$ begrenzt. Diese Spannung dürfte für typische Soundkarten unschädlich sein.

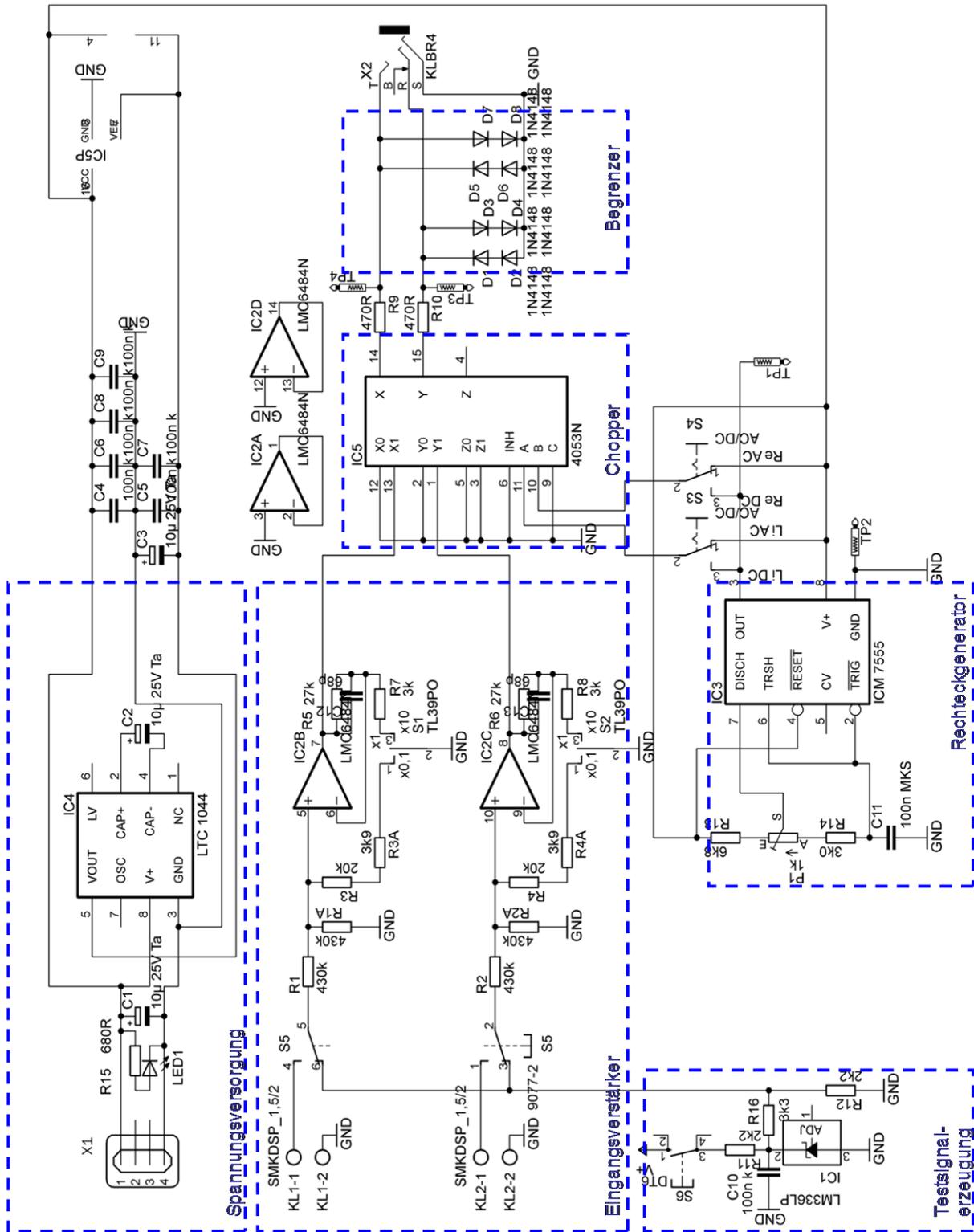


Abb. 1: Schaltplan des Messadapters.

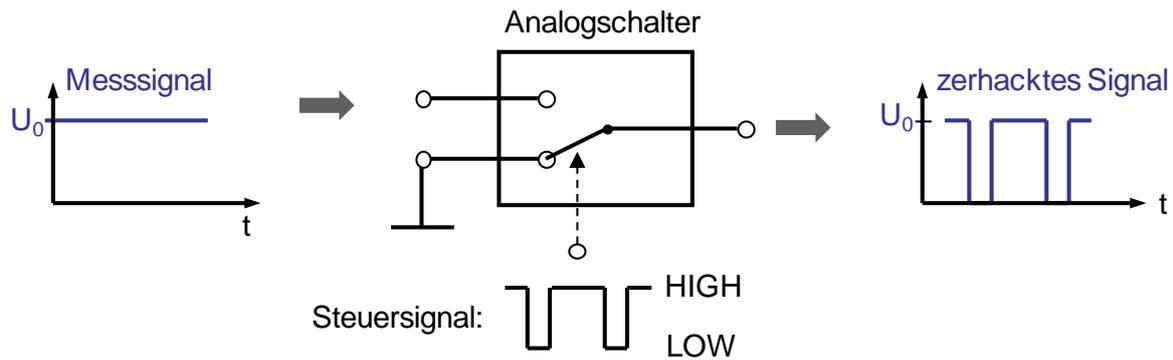


Abb.2: Prinzip des Choppers. An den Ausgang wird abwechselnd das eigentliche Messsignal und anschließend 0 Volt angelegt.

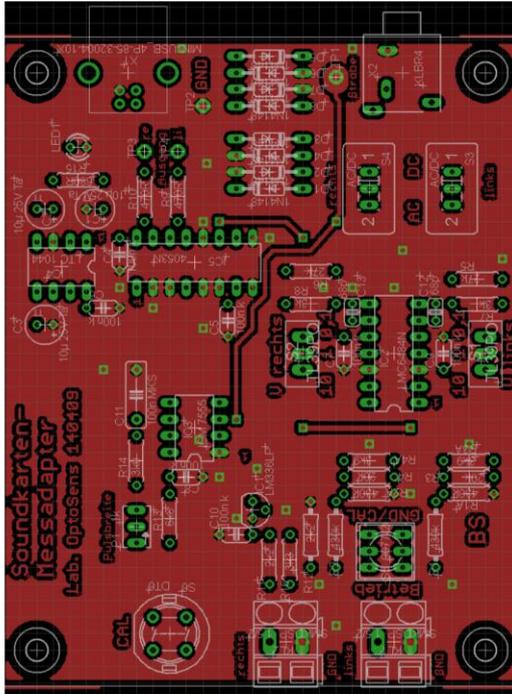
Nachbau der Schaltung

Der Aufbau der Schaltung auf der hergestellten Platine sollte keine großen Probleme bereiten. Zunächst müssen die notwendigen Löcher gebohrt werden. Abb. 3 zeigt die Oberseite der unbestückten Platine. Sämtliche Löcher sollten zunächst auf 0,8 mm gebohrt werden. Die auf der Platine blau eingekreisten Löcher werden anschließend auf 1,0 mm aufgebohrt; die grün markierten auf 2,0 mm. Eine Besonderheit stellt die Befestigung der Klinkenbuchse dar; hier sollten die rot markierten Löcher möglichst länglich ausgefräst werden, damit die flachen Stifte der Buchse hindurch passen, andererseits aber die Lötäugen nicht völlig weggefräst werden. Eine Stückliste der verwendeten Bauteile findet sich im Anhang.

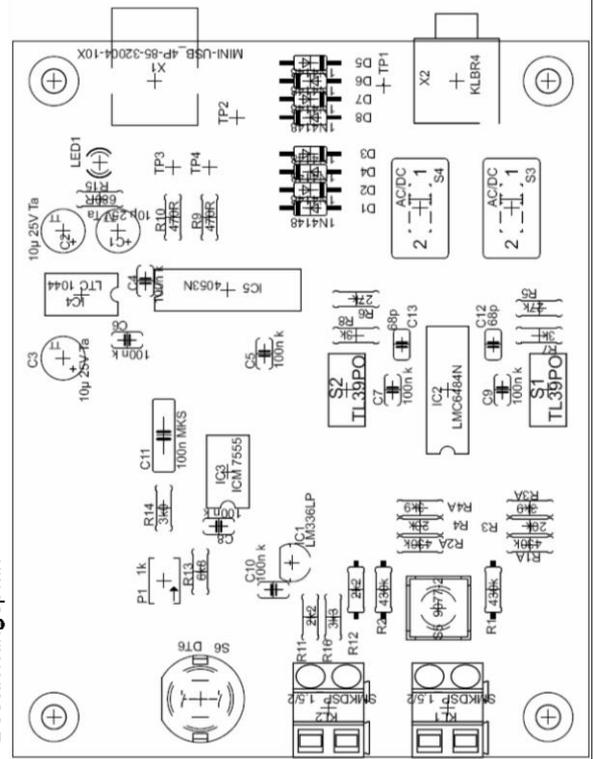
Tipps zum Vorgehen beim Bestücken und Löten:

- Möglichst mit den flachen Bauteilen anfangen
- Beim Löten Bauteildraht und Lötäuge kurz erhitzen, dann erst das Lötzinn zuführen
- Besonders sorgfältig bei den mechanisch beanspruchten Bauteilen (Schalter, Buchsen, Anschlussklemmen, Trimmer) vorgehen. Diese müssen vor dem Verlöten plan auf die Oberseite der Platine gedrückt werden. Falls sie nach dem Verlöten nicht plan aufliegen, besteht die Gefahr, dass bei späterem Druck von oben die Lötäugen auf der Unterseite der Platine abreißen.
- Vergessen Sie nicht die Durchkontaktierungen (erkennbar an den quadratischen Löt-pads!). Hierzu stecken Sie einfach ein Stück Draht durch die Bohrung und verlöten dieses auf Ober- und Unterseite.
- Zusätzlich zu den „normalen“ Durchkontaktierungen befinden sich noch Bohrungen auf der Platine, um die Masseflächen auf Ober- und Unterseite an möglichst vielen Stellen miteinander zu verbinden. Hierdurch werden unerwünschte Masseströme verringert und das Rauschen verringert.

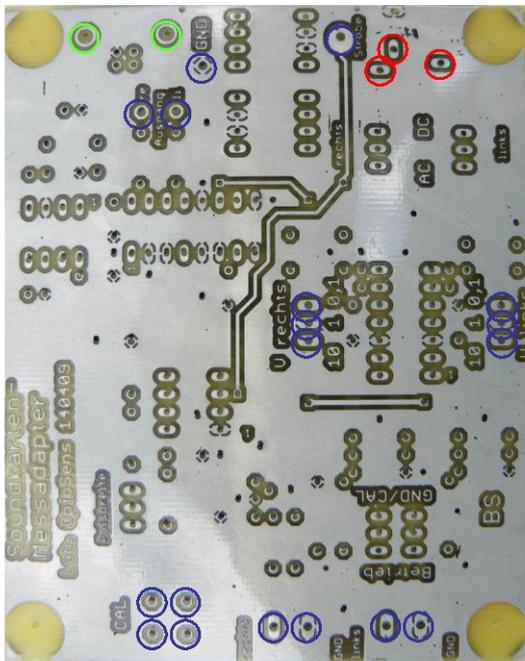
Oberseite mit Pads



Bestückungsplan



Ansicht Oberseite der unbestückten Platine



Ansicht Oberseite der bestückten Platine

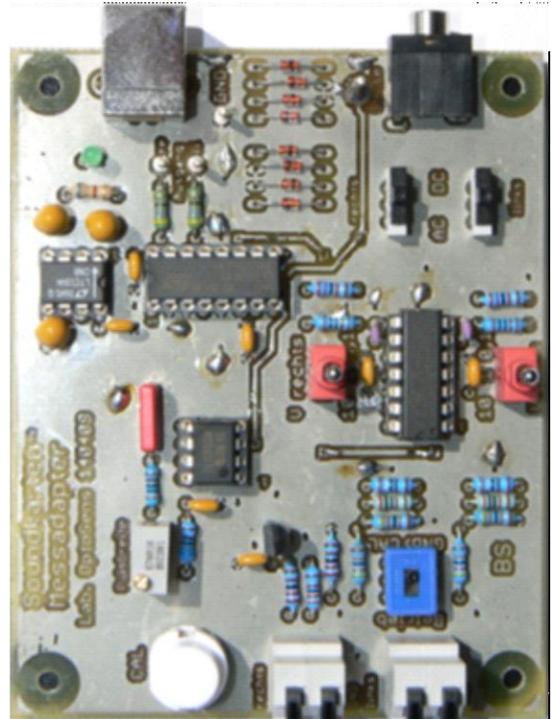


Abb.3: Platinenansichten des Messadapters

Inbetriebnahme und erste Funktionstests

Stecken Sie zunächst noch keine ICs in die Sockel. Verbinden Sie das USB-Kabel mit PC und Platine. Die grüne LED sollte aufleuchten. Falls kein Rauch aufsteigt, können Sie weiter machen...;-)). Stecken Sie die noch fehlenden ICs (ohne anliegende Spannung!) in die Sockel (vorgeschriebene Richtung beachten!) und legen Sie wieder Spannung an. Ist alles ok, können Sie die Karte nun am USB-Anschluss Ihres PCs anschließen.

Falls ein Oszilloskop vorhanden ist, überprüfen Sie zunächst, ob am Ausgang des Rechteckgenerators ein Rechtecksignal zu messen ist (Testpunkt 1, „Strobe“). Ist das der Fall, überprüfen Sie die Chopperfunktion. Stellen Sie dazu Schalter S5 in Stellung „GND/CAL“ und drücken Sie Taster S6. Prüfen Sie nun, ob an den Testpunkten 3 und 4 („Ausgang links, rechts“) ein Rechtecksignal zu messen ist. Ist kein Signal zu sehen, muss auf Fehlersuche gegangen werden. Beliebte Fehler sind z.B. nicht korrekt gelötete Durchkontaktierungen...;-)

Haben Sie kein Oszilloskop, können Sie die Funktionsprüfung auch mit der Software machen (s.u.).

Beschreibung der Software „Soundkarte“

Die Software *Soundkarte* dient dazu, den Messadapter optimal zu nutzen und so die Soundkarte als Ersatz für ein echtes Datenaufnahmegerät zu verwenden.

Sie bietet die drei Fenster „Kalibrierung“, „AC-Messung“ und „DC-Messung“, deren Funktion im Folgenden beschrieben wird.

Zur Installation kopieren Sie einfach das Hauptprogramm und die drei Sub-VIs in ein neues Verzeichnis und rufen das Hauptprogramm auf.

1. Kalibrierung:

Abbildung 4 zeigt die Oberfläche des Fensters „Kalibrierung“. Auf der linken Seite wird detailliert vorgegeben, wie eine Ersteinrichtung der Platine und eine Kalibrierung der Messwerte durchgeführt werden können.

Im Fall, dass der Rechner mehr als eine Soundkarte besitzt, kann die **gewünschte Karte** über die **Geräte-ID** ausgewählt werden.

Im nächsten Schritt wird überprüft, ob der **Chopper** funktioniert. Dazu legen wir das Testsignal von 1 V an den Eingang des Choppers an. Dies erreichen wir, indem wir auf der Platine den *CAL*-Schalter auf *GND/CAL* stellen, die Verstärkung beider Kanäle auf 1 schalten, die Jumper beider Kanäle auf **DC-Messung** stecken und schließlich den *CAL*-Taster drücken.

Nun sollte im Signalverlaufsgraphen ein Rechtecksignal mit einem Tastgrad > 50 % zu sehen sein. Manche Soundkarten invertieren allerdings das Eingangssignal. In diesem Fall drücken Sie den **Invertier-Button**. Das Signal sollte nun „richtig herum“ dargestellt werden. Speichern Sie den Wert des Invertierbuttons am besten als Standardwert, damit die Einstellung beim nächsten Aufruf des Programms nicht verloren ist.

Bei der erstmaligen Inbetriebnahme der Platine muss das **Tastverhältnis** überprüft werden. Durch Drücken des Tasters „Messung Tastverhältnis“ können Sie diese Messung vom Pro-

gramm durchführen lassen. Stellen Sie dann den **Trimmer** auf der Adapterplatine so ein, dass sich ein Tastverhältnis von **ca. 75 %** ergibt.

Die **Messwertkalibrierung** ist notwendig, da verschiedene Programme auf die Verstärkung der Soundkarte Einfluss nehmen können.

Rufen Sie zur Kalibrierung den **Audiomixer** aus LabVIEW heraus auf. Gehen Sie dort in den Bereich „**Aufnahme**“ und versuchen Sie, den entsprechenden Schieberegler (meist „Stereo-Mix“) so einzustellen, dass sich ein DC-Messwert von ca. 1 V ergibt.

Die Feineinstellung können Sie anschließend mit den Schieberegler im Fronpanel durchführen (Speichern als Standardwerte anschließend nicht vergessen!).

Somit ist die Ersteinrichtung und Kalibrierung abgeschlossen.

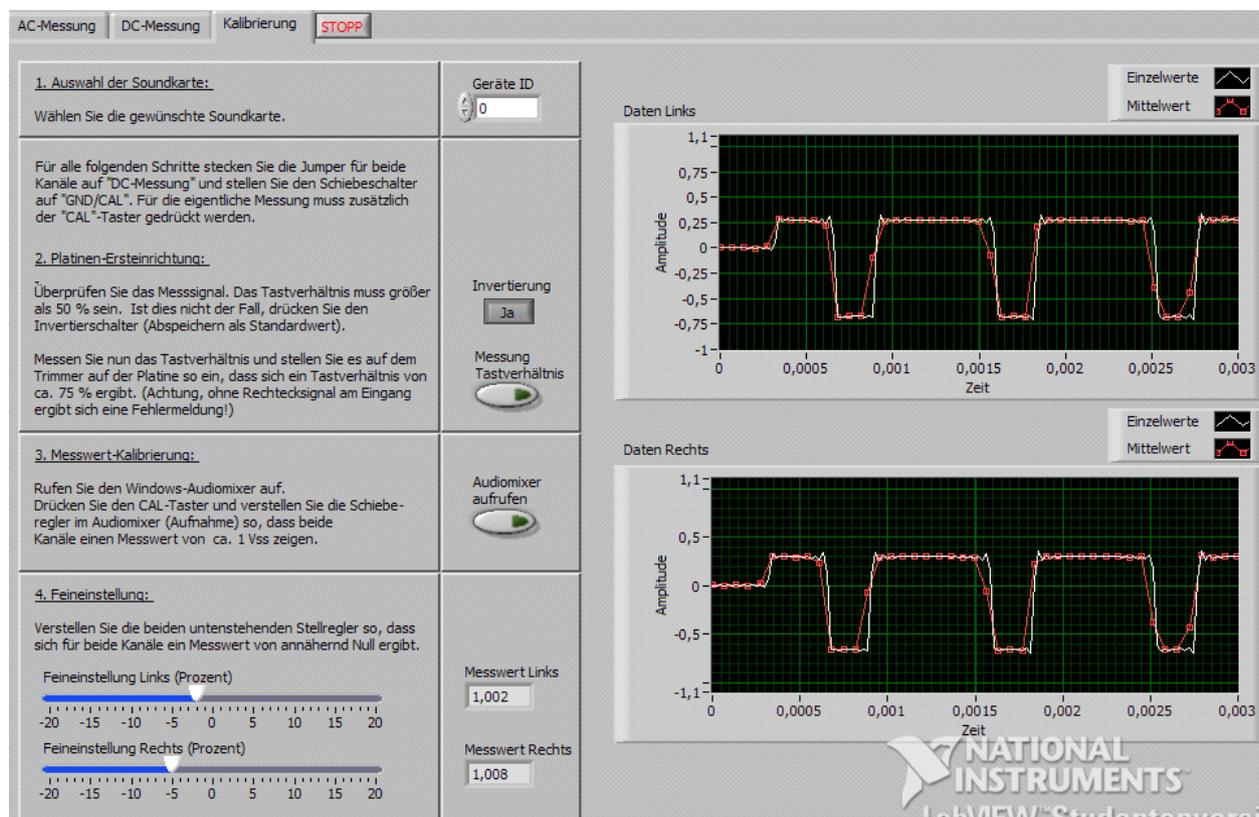


Abb. 4: Fenster zur Kalibrierung und Ersteinrichtung des Messadapters

2. DC-Messung:

Abbildung 5 zeigt die Oberfläche und das Blockdiagramm des Programmteils „DC-Messung“. Dieses Programm ist nur als Beispiel gedacht, um zu zeigen, wie eine typische Messung von langsam veränderlichen Spannungswerten programmiert werden kann.

Auf der Oberfläche werden die aktuell gemessenen Spannungswerte des linken und rechten Kanals dargestellt. Sobald man den Button „Messung starten“ drückt, werden die Messwerte in eine Tabelle und eine Datei geschrieben sowie gleichzeitig im XY-Graph dargestellt.

Im Frontpanel ist die Programmierung dazu zu sehen: Wichtigstes Element ist das Sub-VI „DC-Messwert“. Dieses erhält als Eingabeparameter die Geräte-ID der Soundkarte, die ein-

gestellten Kalibrierfaktoren und die boolesche Variable „Invertierung“, welche angibt, ob die Messwerte invertiert werden müssen. Alle vier Variablen wurden im Programmteil „Kalibrierung“ als „lokale Variablen“ definiert und können hier einfach wieder ausgelesen und an das Sub-VI übergeben werden. Am Ausgang des Sub-VIs erhalten wir die ermittelten Messwerte für linken und rechten Kanal. Um Genaueres über die Funktionsweise des Sub-VIs „DC-Messwert“ zu erfahren, lesen Sie am besten den Hilfetext durch (*strg + H*) oder sehen sich das Blockdiagramm des VIs an.

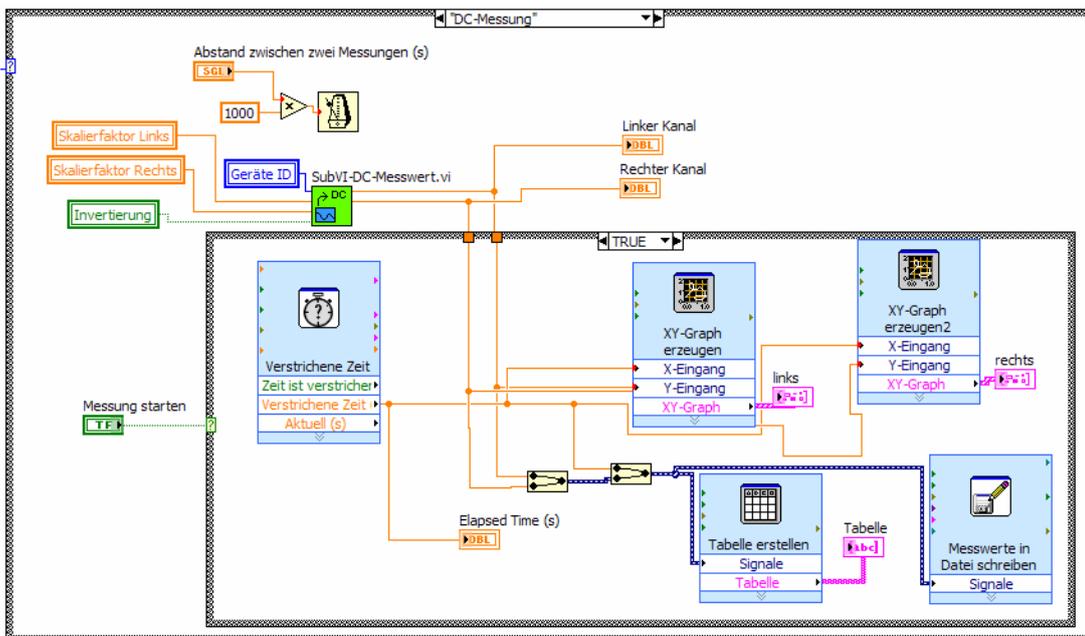
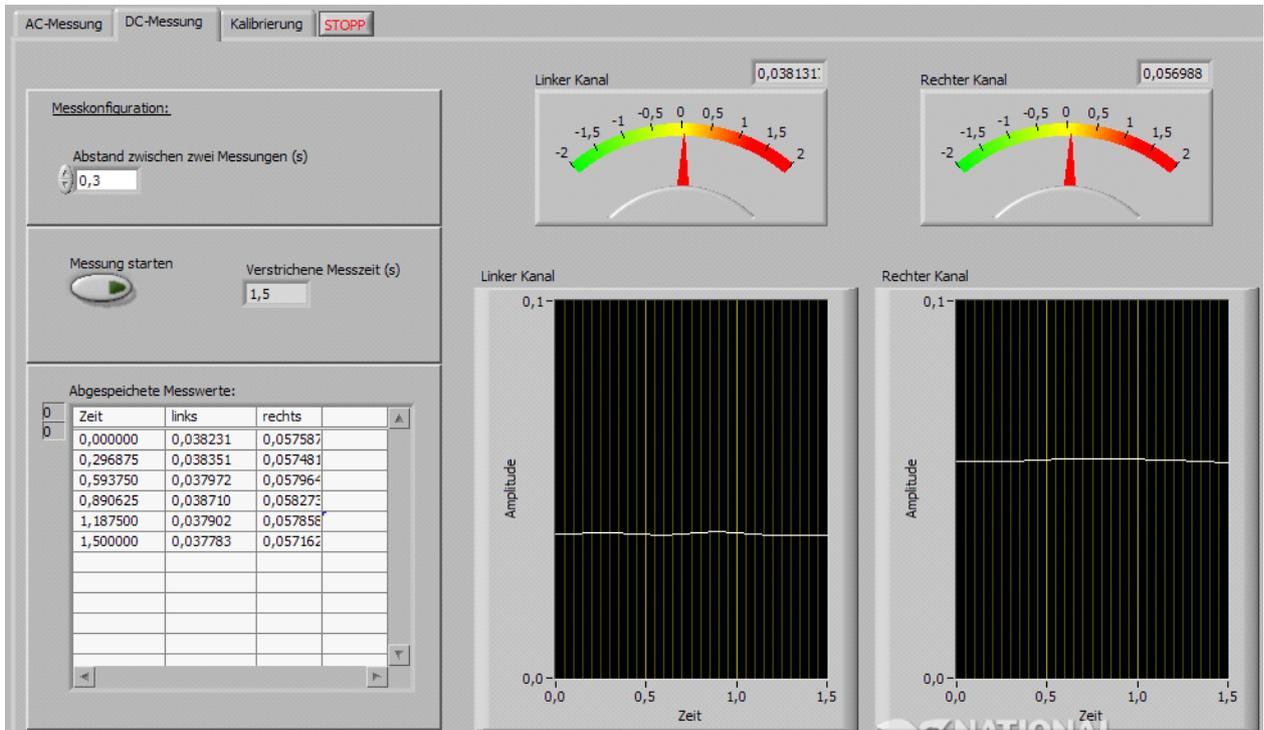


Abb. 5: Frontpanel und Programmierung des Programmteils „DC-Messung“.

3. AC-Messung:

Abbildung 6 zeigt schließlich Frontpanel und Programmierung des Beispielprogramms „AC-Messung“. Dieses dient dazu, Messsignale aufzunehmen, deren Frequenzen oberhalb von z.B. 20 Hz liegen (die untere Grenzfrequenz einer Soundkarte ist je nach Gerät unterschiedlich). Auf der Platine müssen die Jumper in die Stellung „AC-Messung“ gesteckt werden, um den Chopper zu deaktivieren.

Im Programm verwenden wir zur Datenaufnahme das Express-VI „Audioaufnahme“. Die eingestellten Skalierungsfaktoren und das Invertiersignal werden auch hier verwendet.

Grundsätzlich sei hier erwähnt, dass für Messung und Darstellung von AC-Signalen auch sehr gut das Programm Scope von Christian Zeitnitz (<http://www.zeitnitz.de/Christian/>) verwendet werden kann. In diesem Fall nutzt man den Messadapter nur als Vorverstärker und Schutzschaltung.

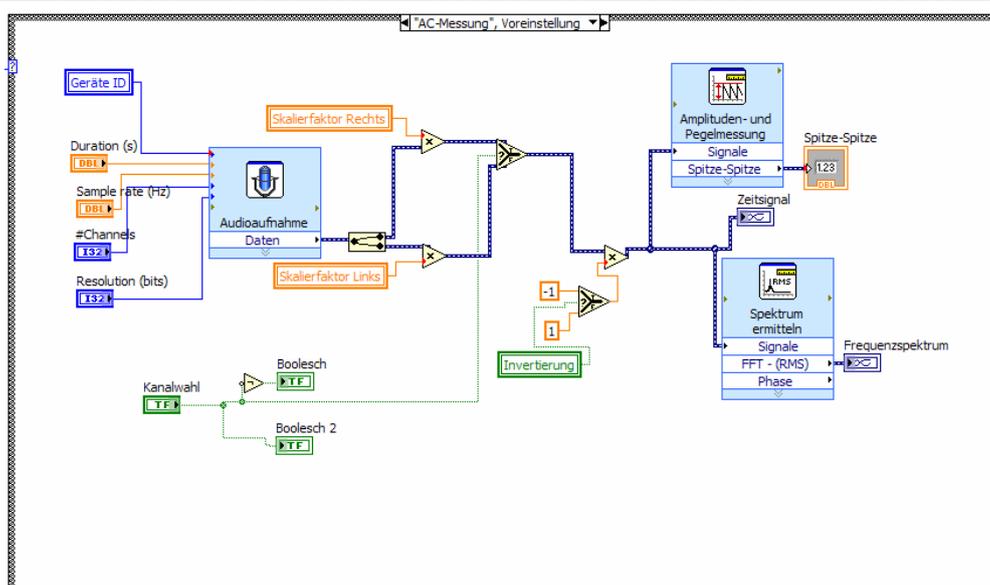
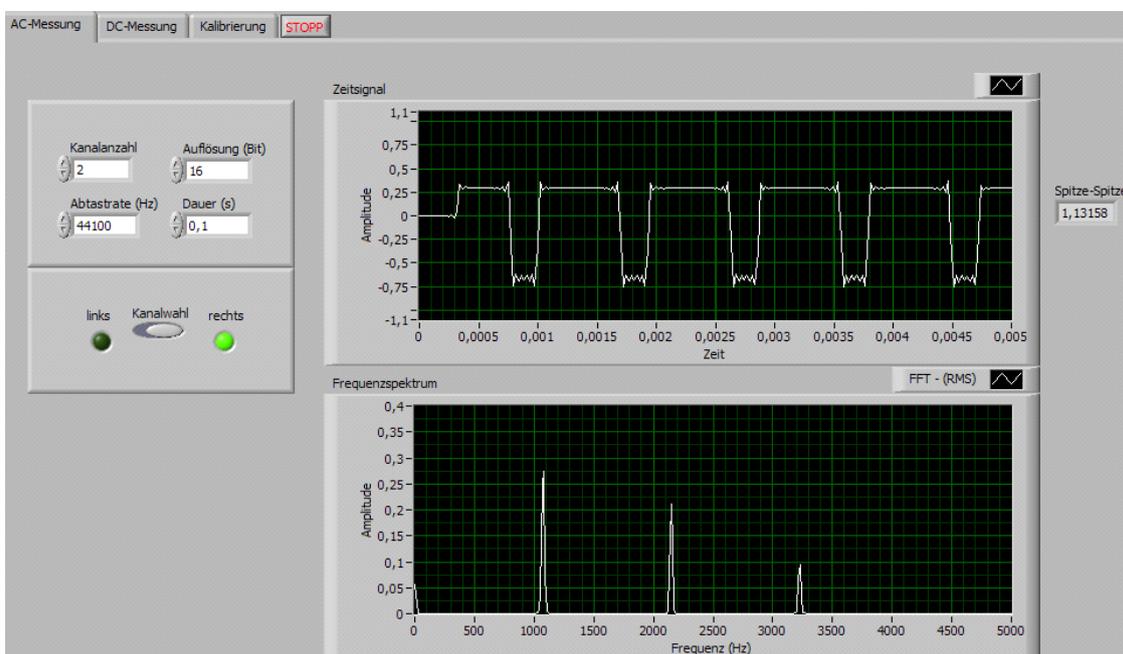


Abb. 6: Frontpanel und Programmierung des Programmteils „AC-Messung“.

Mögliche Softwareprobleme

Es gibt eine Vielzahl von verschiedenen Soundkartentypen, die alle unterschiedliche technische Daten haben. Manche lassen sich z.B. mit Abtastraten von bis zu 150 kHz betreiben und erlauben beliebige Abtastraten darunter. Andere schaffen nur genau die 44,1 kHz und können auch kleinere Abtastraten eingestellt werden. Am besten probieren Sie die Eigenschaften Ihrer Karte einfach mit LabVIEW aus.

Ein bislang sporadisch aufgetretenes Problem ist ein Absturz des LabVIEW-Programms bei Aufruf des Sub-VIs „DC-Messwert“. Innerhalb dieses VIs wird das Express-VI „Audioaufnahme“ verwendet, um einen kurzen Audiostream (Standardwert „Dauer“ = 0,04 sek) einzulesen. Aufgrund eines Fehlers in der LabVIEW-DLL kann es dabei zu einem Speicherüberlauf kommen. Falls dies bei Ihrer Soundkarte auftritt, erhöhen Sie im Sub-VI „DC-Messwert“ den Standardwert für „Dauer“ und speichern das Sub-VI neu ab. Einziger Nachteil ist die Tatsache, dass die Ermittlung eines Gleichspannungswertes nun etwas länger dauert.

Gefährdung und Haftungsausschluss

Auf jeden Fall müssen Sie darauf achten, keine zu große Spannung (> 10 V) an den Messadapter anzulegen. Außerdem ist zu bedenken, dass der Messadapter keine galvanische Trennung enthält. Somit wird das Massepotential des Messsignals direkt mit dem Außenkontakt des „Line“-Eingangs der Soundkarte verbunden. Diese ist bei Desktop-PCs meist mit der Gehäusemasse verbunden und liegt damit am Schutzkontakt der Netzsteckdose.

Stammt das Messsignal z.B. aus einem Netzteil oder Funktionsgenerator, so sollte das entsprechende Gerät bei auftretenden Störungen möglichst in die gleiche Dreifachsteckdose wie der PC eingesteckt werden, um Massepotentialunterschiede zu vermeiden.

Bei Laptops ist das Ganze unkritischer; sie sind normalerweise über das Steckernetzteil annähernd potentialfrei mit dem Stromnetz verbunden.

Ausdrücklich sei hier gesagt, dass alle Angaben nach bestem Wissen und Gewissen gemacht wurden. Für etwaige Schäden, die an Soundkarte oder PC durch den Einsatz des Messadapters entstehen, kann natürlich keine Haftung übernommen werden.

Alle Nutzer sind herzlich eingeladen, das Programm weiterzuentwickeln. Verbesserungsvorschläge zum Messadapter sind ebenfalls willkommen.

Wir wünschen Ihnen viel Spaß beim Experimentieren!

Konrad Mertens

Josef Lindenbaum

Anhang

Teilleiste für die Platinenbestückung

Bezeichnung	Beschreibung	Wert	Typ
R1, R1a, R2, R2a	Eingangsteiler	430k	Metallfilm 1%, 0,6W
R3, R4	Eingangsteiler	20k	Metallfilm 1%, 0,6W
R3a, R4a	Eingangsteiler	3k9k	Metallfilm 1%, 0,6W
R5, R6	Verst. 1. Stufe	27k	Metallfilm 1%, 0,6W
R7, R8	Verst. 1. Stufe	3k	Metallfilm 1%, 0,6W
R9, R10	Ausgangsschutz	470R	Kohleschicht 0,25W
R11	Vorwid, Referenz	2k2	Metallfilm 1%, 0,6W
R12	0V-Punkt Eing., Ref-Teiler	2k2	Metallfilm 1%, 0,6W
R13	Timing	6k8	Metallfilm 1%, 0,6W
R14	Timing	3k0	Metallfilm 1%, 0,6W
R15	Vorwid LED1	680R	Kohleschicht 0,25W
R16	Teiler Referenz 1V	3k3	Metallfilm 1%, 0,6W
P1	Einst. Tastverh.	1k	Trimmpoti 20-Gang
C1	Eingangsblock	10µ; 25V Tantal	10µ; 25V Tantal
C2	Schaltkond. 7660	10µ; 25V Tantal	10µ; 25V Tantal
C3	Ausgangsblock	10µ; 25V Tantal	10µ; 25V Tantal
C4, C5	Block 4053	100n ker	Z5U-5
C6,	Block 7660	100n ker	Z5U-5
C7, C9	Block OP	100n ker	Z5U-5
C8	Block NE555	100n ker	Z5U-5
C10	Blockk. Referenzquelle	100n ker	Z5U-5
C11	Timing	100n Folie	MKS4
C12, C13	Kompensation OP	68p ker	KerKo-500 68p
X1	Versorgung	USB-Buchse B	
X2	Signalausgang	Klinkenbuchse Stereo 3,5mm	KLBR4
KL1, KL2	Eingangsklemme links	Federkrkl. 2p RM5	AST 025-02
S1	Taster 0V / Kalibr.	Minitaster	
S2	Schalter Mess / Kal	Schiebesch. 2-pol	
S3, S4	Schalter Verstärkung	Kippsch 1-0-2	TL39PO
S5, S6	Schalter AC/DC		Schiebesch. 1-pol
D1-D8	Schutzdioden f. Soundk.	1N4148	
LED1	Betriebsanzeige		LED grün 3mm
IC1	Referenzquelle	2,5V	LM336-Z2,5
IC2	4-fach OP		LMC6484N
IC3	Timer		NE555
IC4	Spannungskonv.		LTC 1044 CN
IC5	CMOS-Schalter		CD4053