

USB-Messbox der Universität Wuppertal



L. Püllen, H. Wilhelm, C. Zeitnitz

23. Januar 2009

Inhaltsverzeichnis

1	Was ist die <i>USB-Messbox</i>?	2
1.1	Box-Anschlüsse	2
2	Anschließen der <i>USB-Box</i> an den PC	4
2.1	Befehle	8
2.1.1	Konfigurationsbefehle	8
2.1.2	Akquisitionsbefehle	9
3	Experimente mit LabVIEW	10
3.1	Der X-Y-Schreiber	10
3.1.1	Inbetriebnahme	11
3.1.2	Darstellungsoptionen	12
3.2	Stoppuhr	15
3.3	Pendel	16
3.4	Digitalvoltmeter	17

1 Was ist die *USB-Messbox*?

Die *USB-Messbox* stellt eine einfache und kostengünstige Möglichkeit zur Erfassung von analogen und digitalen Daten dar. Aufgrund des sehr robusten Aufbaus und der Anschlüsse ist sie besonders für den Einsatz bei physikalischen Experimenten an Schulen geeignet. Die Messdaten der Experimente können hierüber direkt auf einem PC erfasst und ausgewertet werden. Der Anschluß an den PC erfolgt hierbei durch eine USB Schnittstelle.



Das USB-Interface ermöglicht dabei einerseits die Verbindung mit jedem handelsüblichen PC und bietet desweiteren eine einfache Möglichkeit, die *USB-Box* mit Strom zu versorgen.

Für den Einsatz der Box in physikalischen Experimenten ist es notwendig analoge Signale mit genügend Genauigkeit aufzunehmen. Hierfür bietet die Box einen 10-Bit Analog-Digital-Wandler. Dieser kann die Signale mit bis zu 50kHz abtasten. Insgesamt stehen vier analoge Eingänge und vier Digitale Ein- bzw. Ausgänge zur Verfügung. Um Signale störungsfrei aufnehmen zu können wurde jeder analoge Eingang mit einem Operationsverstärker versehen, der die Eingangsempfindlichkeit festlegt (zwei Kanäle mit ± 1 Volt und zwei mit ± 10 Volt). Im Folgenden wird erstmal die Hardware der Box dargestellt. Im Anschluß werden einige Beispielapplikationen erklärt.

1.1 Box-Anschlüsse

Die *USB-Box* verfügt über insgesamt acht 4 mm-Bananenbuchsen zur Verbindung mit experimentellen Aufbauten. Dabei handelt es sich um vier *blau* gekennzeichnete digitale (*D1 bis D4*) und vier analoge 8bit(/10bit)-Eingänge (*A1, A2: grün/ A3, A4: gelb*) mit einem jeweiligen Eingangswiderstand von 1,2 M Ω , sowie zwei Masse-Anschlussbuchsen (*schwarz*) (vgl. Abb. 1).

Über die zwei *grünen* analog-Eingänge der Box lassen sich Spannungswerte zwischen -10 V und $+10$ V messen. Die zwei *gelben* Analog-Eingänge überdecken einen sensibleren Bereich von -1 V bis $+1$ V.

Sowohl Datentransfer zwischen Box und PC, als auch Stromversorgung der Box, werden über einen USB-Anschluss realisiert. Eine LED gibt dabei den Betriebszustand der Box an (*rot: Stromversorgung aktiv; grün: Datenverbindung aktiv*).

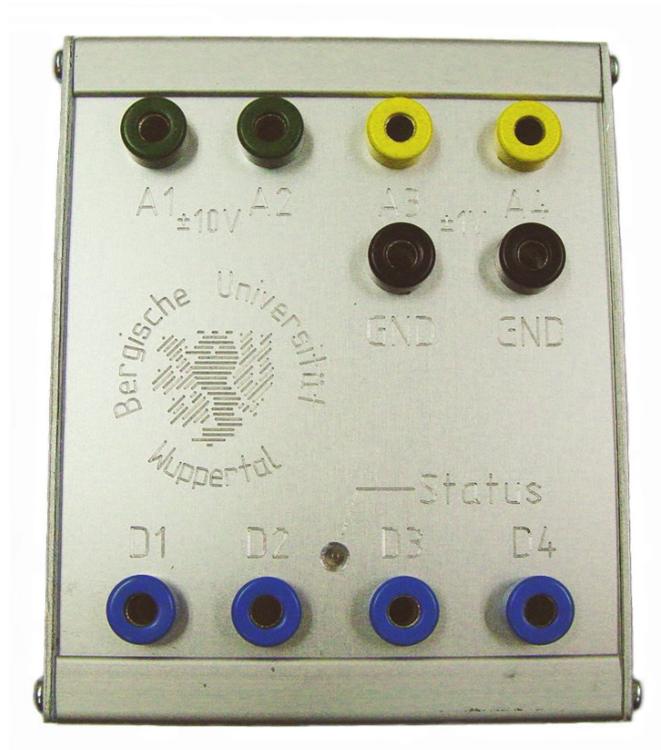


Abbildung 1: Gehäuse



Abbildung 2: Gehäuse mit USB-Anschluss

2 Anschließen der *USB-Box* an den PC

Das Gerät benötigt zur Verwendung mit einem PC den mitgelieferten Treiber

BUW-USB-Box.inf

Die Installation ist in einzelnen Schritten anhand der unten aufgeführten Abbildungen erläutert. Nach dem Verbinden mit dem PC über einen USB-Anschluss sollte die *USB-Box* automatisch erkannt werden. Mit Hilfe des erscheinenden Hardware-Assistenten werden nun folgende Schritte ausgeführt:

1. Softwaresuche über eine „*Verbindung mit Windows Update*“ verneinen und auf „weiter“ klicken:



2. „*Software von einer Liste oder bestimmten Quelle installieren*“ wählen und auf „weiter“ klicken:



3. „Nicht suchen (DOCH und das Treiber Verzeichnis der CD wählen), sondern den zu installierenden Treiber selbst wählen“ und auf „weiter“ klicken:



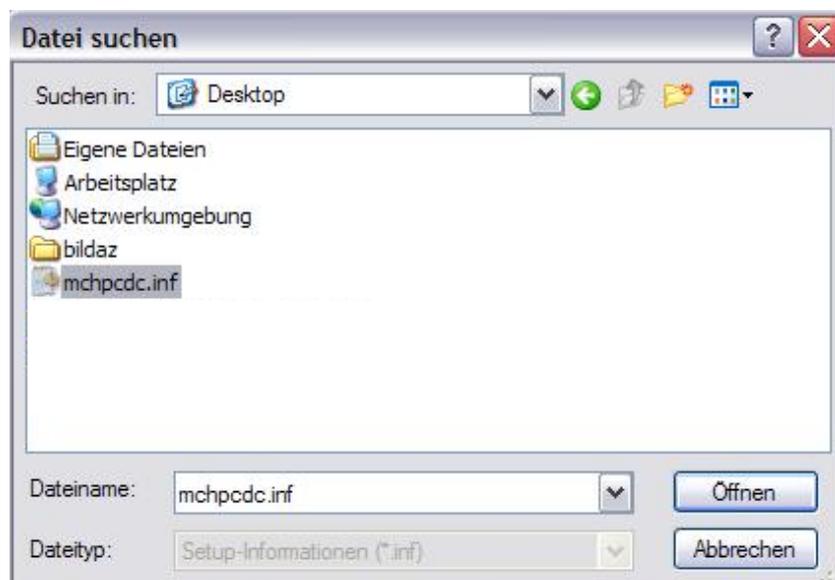
4. Als Hardwaretyp „Anschlüsse (COM und LPT)“ wählen und auf „weiter“ klicken:



5. Den zu installierenden Gerätetreiber über „Datenträger“ suchen:



6. In dem sich öffnenden Browser den Treiber suchen (im dargestellten Fall befindet er sich auf dem Desktop), anwählen und „öffnen“:



7. Modell „USB und UART“ wählen und auf „weiter“ klicken:



8. Mit „fertigstellen“ die Installation beenden:



2.1 Befehle

Im Folgenden sind die zur manuellen Ansteuerung der Box via PC-Terminal benötigten Konfigurations- und Akquisitionsbefehle aufgeführt.

2.1.1 Konfigurationsbefehle

Tabelle 1: Liste der Konfigurationsbefehle

<i>Kürzel:</i>	<i>Funktion:</i>																																				
cma	Konfiguration: analog																																				
cmd	Konfiguration: digital																																				
ca<i>x</i>	Konfiguration: analog (Eingänge A1 bis A4). Zur Verfügung stehen 4 Bits für A1 bis A4, welche über die Variable $x = 1 \dots f$ (im Hexadezimalformat) mit folgender Syntax ausgewählt werden können:																																				
	<table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th><i>x:</i></th> <th><i>übermittelte Daten:</i></th> <th><i>Bedeutung:</i></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0</td> <td>0000</td> <td>kein Eingang freigeschaltet</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>0001</td> <td>A1</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>0010</td> <td>A2</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>0011</td> <td>A1 und A2</td> </tr> <tr> <td>⋮</td> <td>⋮</td> <td>⋮</td> </tr> <tr> <td>f</td> <td>1111</td> <td>A1 bis A4</td> </tr> </tbody> </table>	<i>x:</i>	<i>übermittelte Daten:</i>	<i>Bedeutung:</i>	0	0000	kein Eingang freigeschaltet	1	0001	A1	2	0010	A2	3	0011	A1 und A2	⋮	⋮	⋮	f	1111	A1 bis A4															
	<i>x:</i>	<i>übermittelte Daten:</i>	<i>Bedeutung:</i>																																		
	0	0000	kein Eingang freigeschaltet																																		
	1	0001	A1																																		
	2	0010	A2																																		
	3	0011	A1 und A2																																		
⋮	⋮	⋮																																			
f	1111	A1 bis A4																																			
cr<i>x</i>	config rate – Abtastrate ($x = 1 \dots f$):																																				
	<table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th><i>x:</i></th> <th><i>Abtastrate:</i></th> <th><i>x:</i></th> <th><i>Abtastrate:</i></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>1 Hz</td> <td>9</td> <td>500 Hz</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>2 Hz</td> <td>a</td> <td>1 kHz</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>5 Hz</td> <td>b</td> <td>2 kHz</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>10 Hz</td> <td>c</td> <td>5 kHz</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>20 Hz</td> <td>d</td> <td>10 kHz</td> </tr> <tr> <td>6</td> <td>50 Hz</td> <td>e</td> <td>25 kHz</td> </tr> <tr> <td>7</td> <td>100 Hz</td> <td>f</td> <td>50 kHz</td> </tr> <tr> <td>8</td> <td>200 Hz</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	<i>x:</i>	<i>Abtastrate:</i>	<i>x:</i>	<i>Abtastrate:</i>	1	1 Hz	9	500 Hz	2	2 Hz	a	1 kHz	3	5 Hz	b	2 kHz	4	10 Hz	c	5 kHz	5	20 Hz	d	10 kHz	6	50 Hz	e	25 kHz	7	100 Hz	f	50 kHz	8	200 Hz		
	<i>x:</i>	<i>Abtastrate:</i>	<i>x:</i>	<i>Abtastrate:</i>																																	
	1	1 Hz	9	500 Hz																																	
	2	2 Hz	a	1 kHz																																	
	3	5 Hz	b	2 kHz																																	
	4	10 Hz	c	5 kHz																																	
	5	20 Hz	d	10 kHz																																	
	6	50 Hz	e	25 kHz																																	
	7	100 Hz	f	50 kHz																																	
8	200 Hz																																				
cb8, cba	Konfiguration der Bitrate (8 bit, oder 10 bit)																																				
ce<i>xx</i>	config events ($xx = 00 \dots ff$, also max 255)																																				
defa	set default																																				

2.1.2 Akquisitionsbefehle

Tabelle 2: Liste der Konfigurationsbefehle

<i>Kürzel:</i>	<i>Funktion:</i>
ac	acquire continuously: Es wird fortlaufend gemessen.
ao	acquire once: Es wird einmal gemessen.
an	acquire # events: Es werden (über <code>cexx</code> definiert) viele Messungen gemacht.
ad	acquire im DVM mode: 10 Hz, A1 bis A4, 10 bit
ax	acquire XY mode: A1+A2, 8 bit, 10 kHz
#	stop acquisition
?	Abrufen der copyright-Meldung
v	Version auslesen
b	lässt die LED der Box 3 s lang blinken
t	test: Gibt ein „OK“ aus.

3 Experimente mit LabVIEW

Zur Einführung in die Handhabung der USB-Box und der entsprechenden *LabVIEW*-Software sind im Folgenden ein paar Versuche aufgeführt, die sich leicht realisieren lassen.

3.1 Der X-Y-Schreiber

Hierbei werden über Funktionsgeneratoren zwei separate Wechselspannungen erzeugt, welche über die USB-Box eingelesen und am PC mit dem *LabVIEW*-Programm „*XY-Schreiber*“ graphisch dargestellt werden können. Spannungen und Frequenzen der am Generator erzeugten Signale können dabei unabhängig voneinander variiert und von der USB-Box über zwei separate Kanäle gemessen werden. Über das

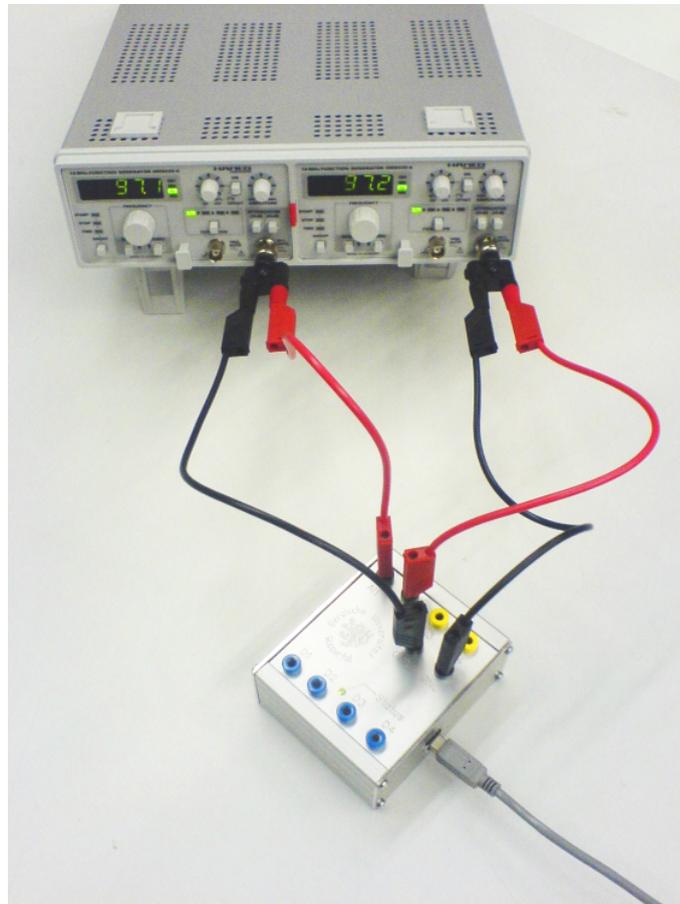


Abbildung 3: Anschluss zweier Funktionsgeneratoren an die Buchsen A1 und A2

LabVIEW-Programm können nun die Messwerte von beiden Kanälen in einem Koordinatensystem gegeneinander aufgetragen werden (ein Spannungssignal auf der x-Achse und das andere auf der y-Achse). Aus dem zeitlichen Verlauf der einzelnen Messpunkte ergeben sich am Oszilloskop die sog. LISSAJOUS-Figuren.

3.1.1 Inbetriebnahme

1. Anschließen der Geräte:
 - Generatoren über Bananenstecker-Kabel an die USB-Box anschließen (z.B. über die Eingänge AI1 und AI2 – vgl. Abb. 3);
 - Box via USB an den PC anschließen. Die LED der Box leuchtet rot (Stromversorgung aktiv);
2. Starten des LabVIEW-Programms „XY-Schreiber“ (es erscheint die in Abb. 4 dargestellte Oberfläche);
3. Starten der Generatoren;
4. Herstellung der Verbindung zur Box mittels  in der Programm-Oberfläche (Kontrollleuchte „Verbunden“, sowie LED-Leuchte an der Box leuchten grün);

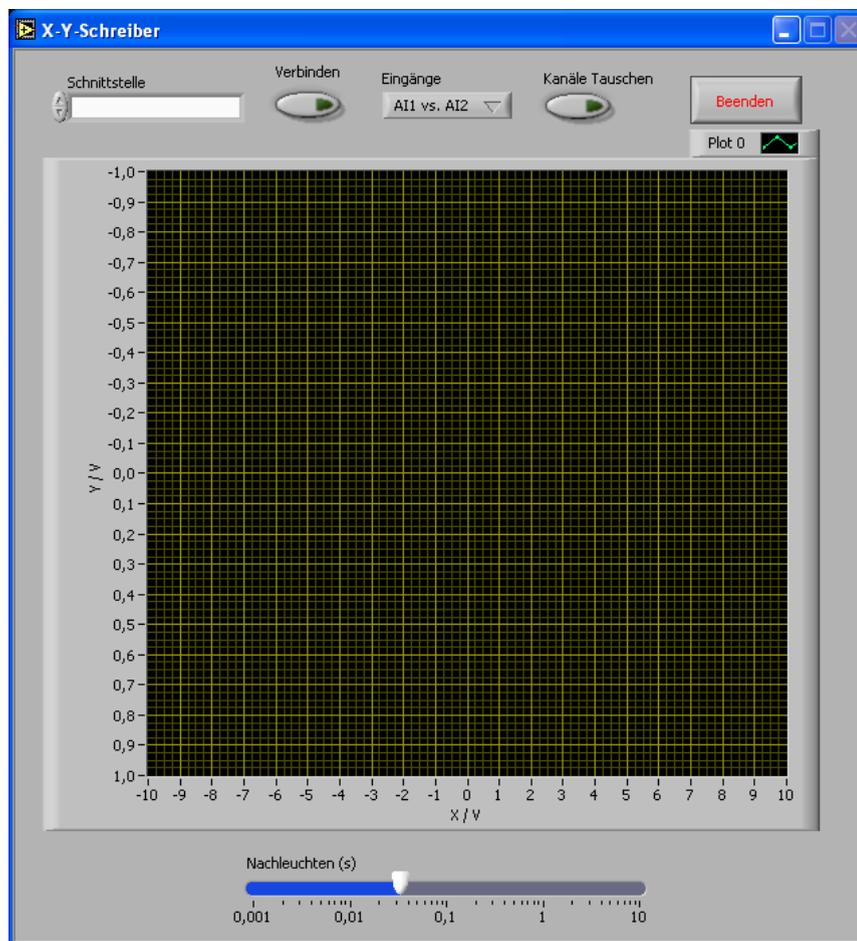
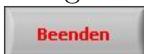
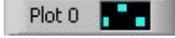
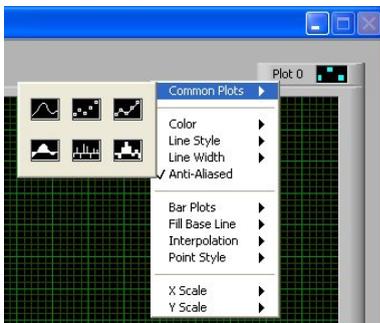
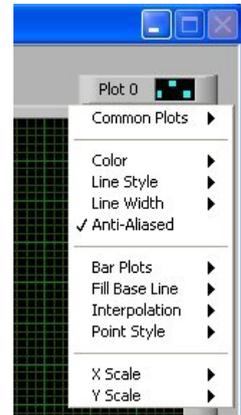


Abbildung 4: Oberfläche des XY-Schreibers; das Nachleuchtzeit der einzelnen Datenpunkte des Graphen ist in der Darstellung auf ca. 0,03 s eingestellt.

5. Beenden des Programms durch Betätigen der entsprechend gekennzeichneten Schaltfläche  oben rechts.

3.1.2 Darstellungsoptionen

Durch einen Klick mit der Maus auf das Symbol  rechts oben (s. Abb. 4) gelangt man in das Menü für die Plot-Optionen, wo Details wie Farbe und Form des Graphen eingestellt werden können.



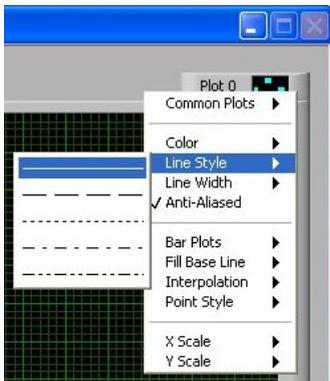
Common Plots:

Hier kann die Darstellungsform des Graphen verändert werden. Wahlweise lassen sich die einzelnen Messwerte z.B. als *Punkte*, *Peaks*, oder *Balken* darstellen. Andererseits können die einzelnen Datenpunkte auch durch *Linien* miteinander verbunden, oder Verbindungslinien, bzw. Datenpunkte alleine angezeigt werden. Dabei hängt die Länge der angezeigten Linien von der gewählten *Nachlauflänge* der Datenpunkte ab.



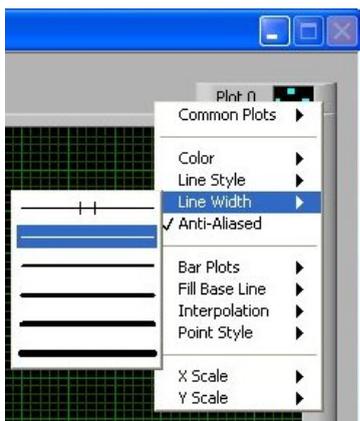
Color:

Hier können über eine Palette Farbe und Helligkeit des Graphen variiert werden.



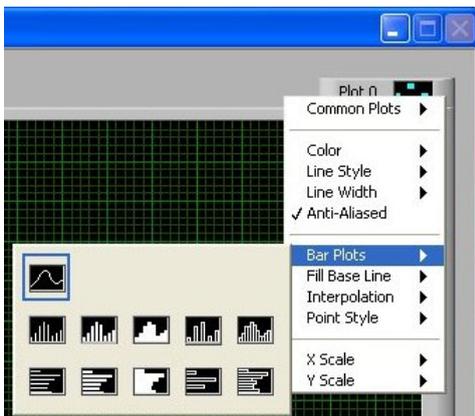
Line Style:

Wurde als Darstellungsform des Graphen eine Linienform gewählt, so kann hier das Erscheinungsbild der Graphen-Linie (*durchgehende, gestrichelte, gepunktete, usw. Linie*) eingestellt werden.



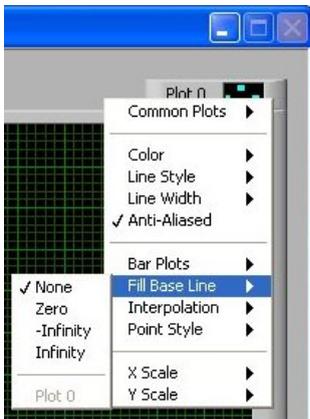
Line Width:

Die Linienbreite des Graphen kann hier verändert werden.



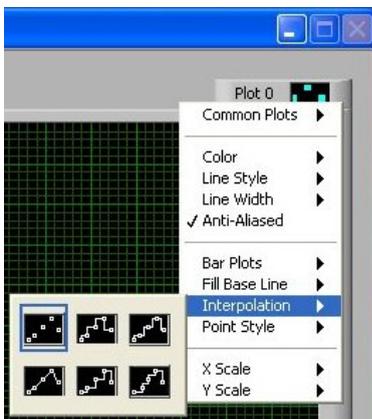
Bar Plots:

Diese Option bietet eine weitere Möglichkeit, unter verschiedenen Balkendarstellungen (zwischen Messpunkten und x -Achse, bzw. y -Achse) zu wählen.



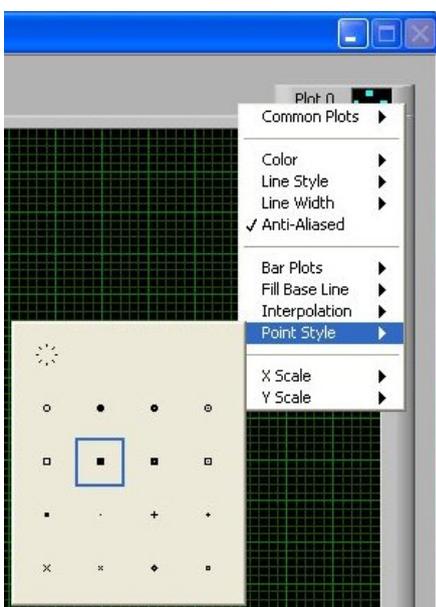
Fill Base Line:

Hier hat man die Möglichkeit, Flächen unter-/oberhalb von Graphen zu füllen. Zur Verfügung stehen beim XY-Schreiber die Optionen *Zero* (füllt Fläche zwischen Graphen und Nulllinie), bzw. \pm *Infinity* (füllt Fläche zwischen Graphen und $\pm\infty$).



Interpolation:

Hier kann bestimmt werden, wie eine dargestellte Linie zwischen den Messpunkten interpoliert wird.



Point Style:

Die Erscheinungsform der dargestellten Messpunkte kann hier eingestellt werden.

3.2 Stoppuhr

Das Programm „*Stoppuhr*“ misst Zeiten zwischen elektrischen Impulsen, oder Impulslängen. Dies ist von Nutzen, um z.B. Geschwindigkeiten von Körpern, oder die Schwingzeit eines Pendels zu messen. Ausgewertet werden können zu diesem Zweck u.a. Lichtschrankensignale.

Nach Anschließen der signalgebenden Geräte an zwei der USB-Box-Digitaleingänge (hierbei können auch zwei Geräte am selben Eingang angeschlossen werden), wird die Verbindung zu einer links oben im Programmfenster (vgl. Abb. 5) wählbaren USB-Box mittels *Verbinden* hergestellt. Über *Start-*, bzw. *Stoppkanal* werden die Eingänge für die entsprechenden Signale festgelegt (jeweils D1 bis D4) und die Aufnahme der Messung mit *Aktivieren* gestartet.

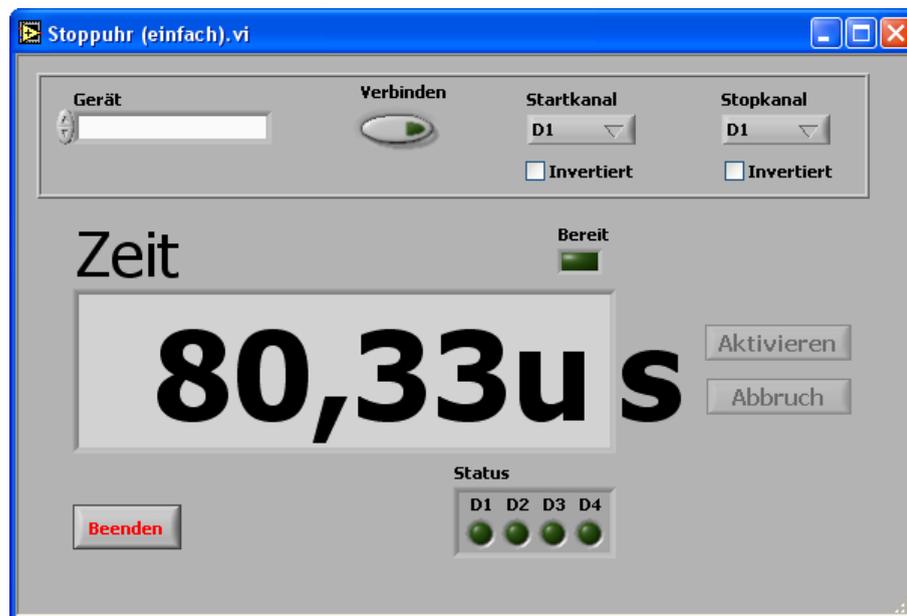


Abbildung 5: *Stoppuhr*

Je nach Wunsch können entweder *High-*, oder *Low-Signale (Invertiert)* zum Starten, bzw. Stoppen der Zeit verwendet werden. Die Messbereitschaft wird durch das Leuchten einer LED (*Bereit*) über dem Zeitfenster signalisiert, wobei weitere *Status-LEDs* einlaufende Messsignale an den Digitaleingängen anzeigen.

3.3 Pendel

Mit dem gleichnamigen Programm können sowohl die Schwingperiode eines Pendels, als auch die Maximalgeschwindigkeit des Pendels durch Auswertung von Lichtschrankensignalen angezeigt werden.

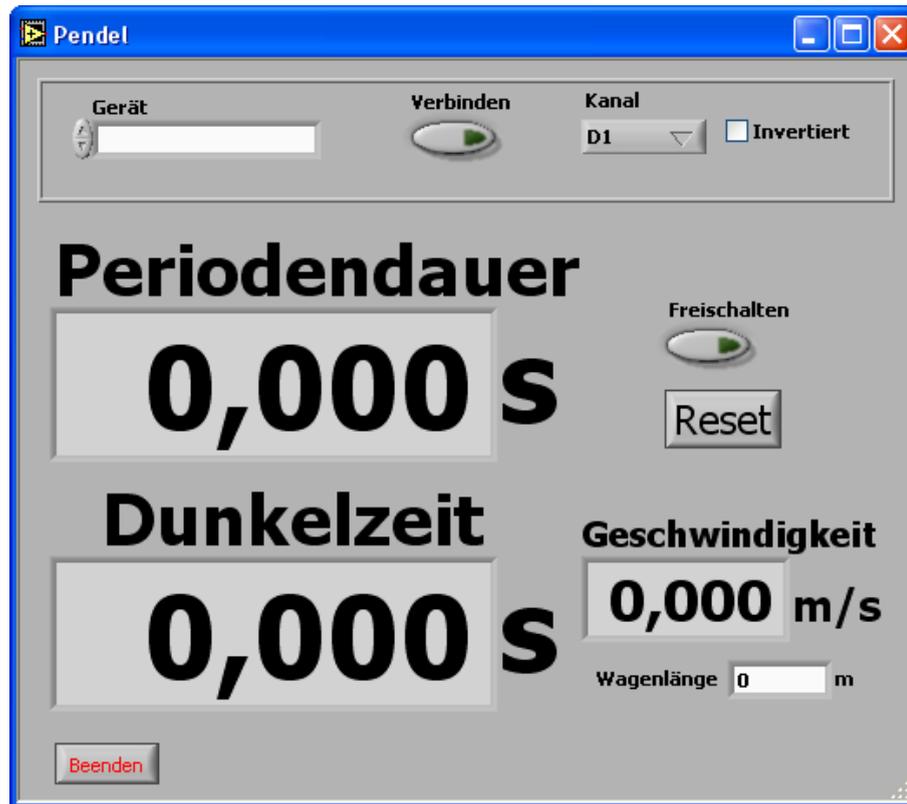


Abbildung 6: *Pendel*

Die verwendete USB-Box wird über *Gerät* und der verwendete Eingang über *Kanal* (D1 bis D4) ausgewählt. Sollen Dunkelzeiten gemessen werden, muss noch *Invertiert* angewählt werden. Durch *Verbinden* und *Freischalten* wird das Programm in Bereitschaft versetzt.

Die Periodendauer einer Pendelschwingung wird vom Programm über die Zeitdifferenz zwischen einem beliebigen und dem übernächsten Lichtschrankendurchgang bestimmt. Gibt man zudem noch die Breite des Pendels (*Wagenlänge*) an, so kann über Totzeitmessung bei jedem Lichtschrankendurchgang die Durchlaufgeschwindigkeit des Pendels bestimmt werden.

Nach jeder Messung können die Anzeigen über *Reset* zurückgesetzt werden.

3.4 Digitalvoltmeter

Am Digitalvoltmeter können zwei unterschiedliche Spannungssignale über zwei Analo­geingänge (*Kanal A1 bis A4*) gemessen und deren zeitlicher Verlauf dargestellt werden. Über die weißen Eingabefenster können auch Funktionen der Eingangssig­nale definiert werden, deren Werte dann mit Umlegen des dahinter angebrachten Schalters angezeigt werden können.

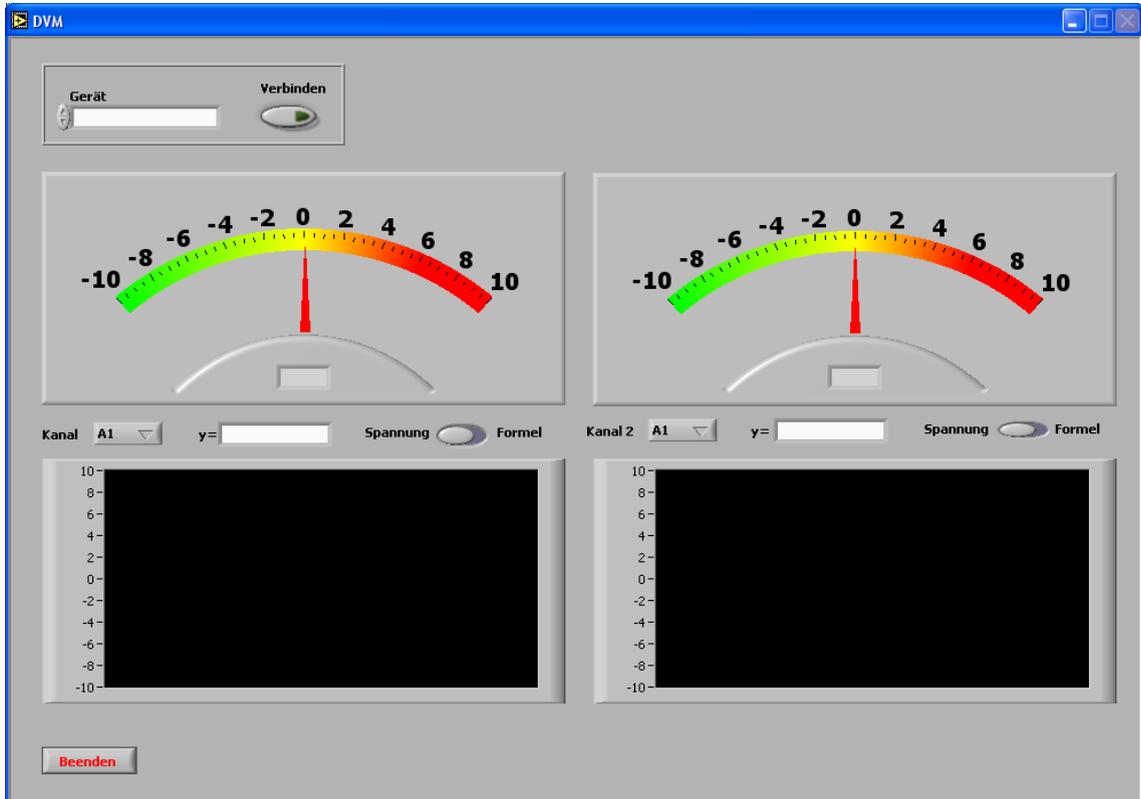


Abbildung 7: *Digitalvoltmeter*

Die vom Programm akzeptierte Formel-Syntax läuft mit den üblichen Ausdrücken der Programmiersprache C konform. In folgender Tabelle sind ein paar davon aufgeführt:

Tabelle 3: Liste einiger verwendbaren Formeln beim 4-Kanal-YT-Schreiber

<i>Funktion:</i>	<i>Kürzel:</i>	<i>Funktion:</i>	<i>Kürzel:</i>
Multiplikation	*	Quadratwurzel	sqrt(x)
Division	/	Potenzieren	x^x ($x \in \mathbb{N}$)
Sinus	sin(x)	Exponentialfunktion	exp(x)
Sinus Hyperbolicus	sinh(x)	Dekadischer Logarithmus	log(x)
Kosinus	cos(x)	Natürlicher Logarithmus	ln(x)
Betrag	abs(x)		