



seit 1558

Friedrich-Schiller-Universität Jena

Physikalisch-Astronomische Fakultät

SS 2008

Protokollbuch

Messtechnikpraktikum

Erstellt von: Christian Vetter (89114)
Christian.Vetter@Uni-Jena.de

Helena Kämmer (92376)
HelenaKaemmer@web.de

Betreuer: A. Steppke

Erstellt am: 19. April 2008
letzte Änderung: 18. Juli 2008

Labview und Dehnungsmessungen

17. und 24. Juni 2008

I. Aufgabenstellung

Aufgabe 1: (Labview - Grundlagen)

- Ein **Projekt erstellen** welches die folgenden **Aufgaben** erfüllt:
 - * Summe von 5 Zahlen bilden
 - * Produkt von 5 Zahlen bilden
 - * Feststellen ob Zahlen aufsteigend sortiert sind
- Projekt erstellen, das fünf **X-Y-Werte interpoliert** und zu beliebigem X_i das Y_i ausgibt.
- Projekt erstellen welches **Spannungen** mit Keithley 2000 Digitalmultimeter **aufnehmen** kann
zeitlichen **Verlauf grafisch darstellen**

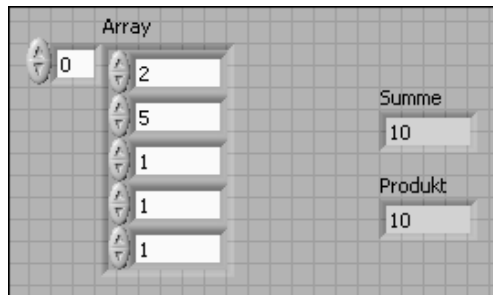
Aufgabe 2: (Dehnungsmessung)

- **Biegung** eines Metallstreifens für unterschiedliche Gewichte **messen**.
Mit Theorie vergleichen
 - **Projekt** erstellen, das **nach Kalibrierung** durch zwei Probestücke mit Interpolation das **Gewicht beliebiger Massestücke** anzeigen kann
 - Wiederholung mit **Wheatstonebrücke** (Warum ist Auflösung deutlich größer?)
 - Signal der Brücke mit nichtinvertierendem **Verstärker** verstärken
Fragen: Warum kein invertierender Verstärker? Welche theoretische Auflösung ist möglich? Welche Auflösung erreicht man?
-

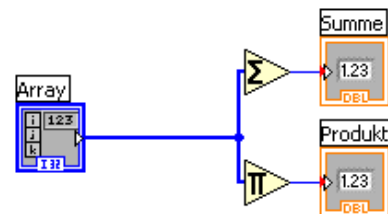
II. Messwerte und Auswertung

Aufgabe 1: (Labview - Grundlagen)

Addition und Multiplikation



Frontpanel

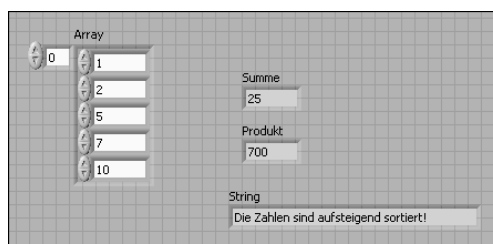
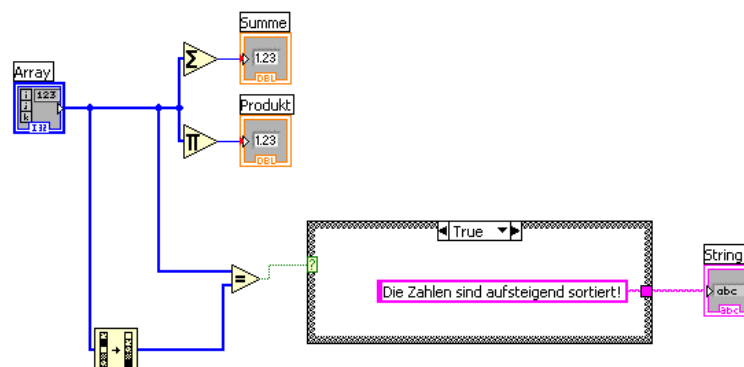


Blockdiagramm

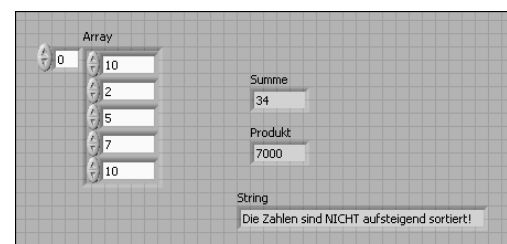
Bei diesem VI können wie gefordert vom Benutzer fünf reelle Zahlen eingegeben werden, welche anschließend addiert und multipliziert werden. Hierfür wurden Labview interne Funktionen verwendet.

Der Benutzer ist jedoch nicht auf fünf Zahlen eingeschränkt, es können ebenso beliebig viele Zahlen eingegeben werden, da mit Arrays gearbeitet wurde.

Sortierung prüfen



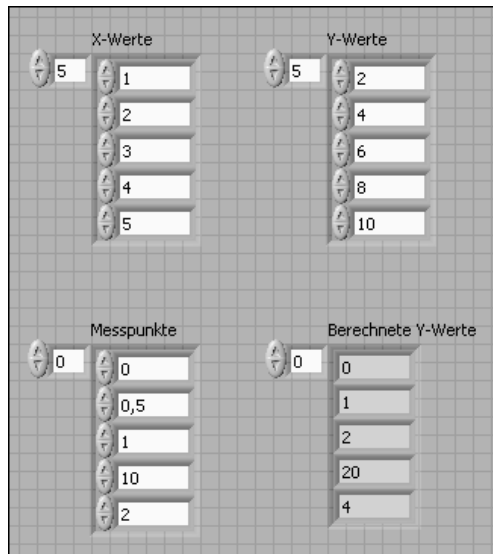
Sortiert



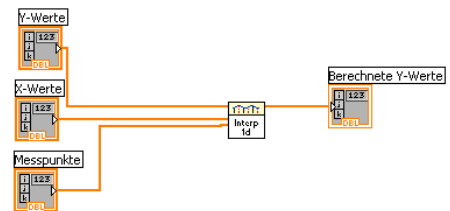
Unsortiert

Dieses Schaltungsbild überprüft ob die eingegebenen Zahlen in aufsteigender Reihenfolge sortiert sind oder nicht. Je nachdem wird im Frontpanel ein entsprechender Text eingeblendet. Dies wird erreicht, indem das Array zunächst sortiert und anschließend geprüft wird ob beide Arrays identisch sind. Ist dies der Fall war das Array bereits sortiert.

Interpolation



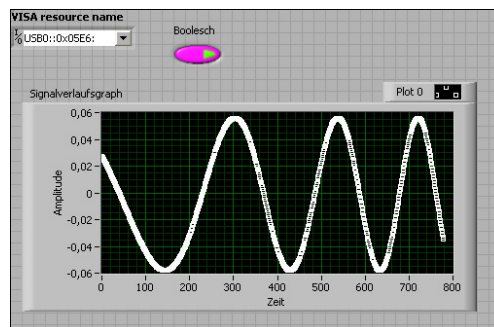
Frontpanel



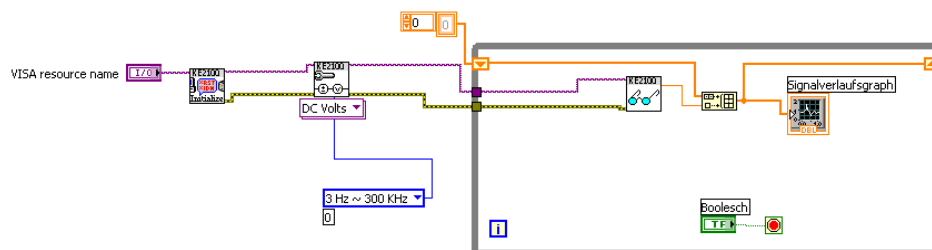
Blockdiagramm

Um eine Interpolation zu realisieren kann ebenfalls eine interne Funktion genutzt werden. Jener übergibt man die Funktionswerte in Form zweier Arrays. Anschließend kann der Benutzer beliebig viele Interpolationsstellen vorgeben für welche der Funktionswert berechnet werden soll.

Spannungsaufnahme und Darstellung



Frontpanel



Blockdiagramm

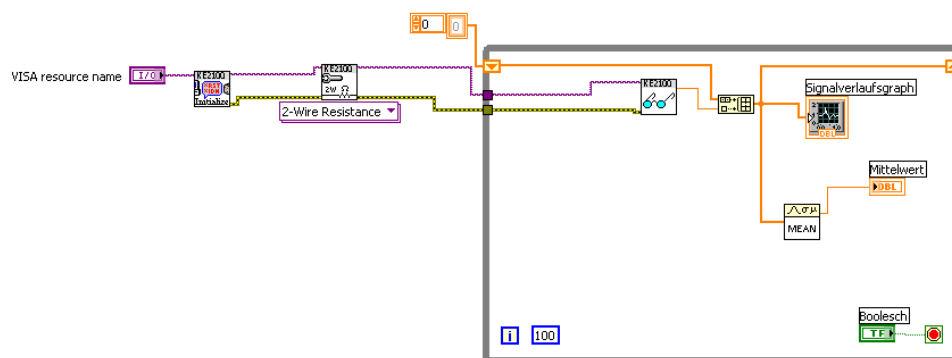
Hier werden im Gegensatz zu den voran gegangenen Programmen die Messwerte einer for-Schleife übergeben. Die Schleife erzeugt ein Array welches durch ein Schieberegister bei jedem Durchlauf ergänzt wird. Weiterhin wird das aktuelle Array in einem Signalverlaufsdiagramm dargestellt.

Im Graphen kann eine abweichende Periodendauer kurz nach dem Beginn der Messung beobachtet werden, was vermutlich an der nötigen Initialisierung des Messgeräts liegt.

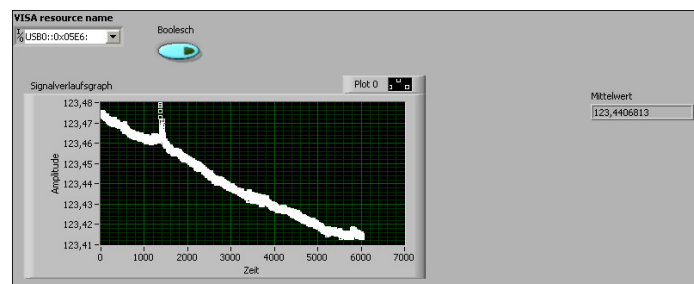
Aufgabe 2: (Dehnungsmessung)

Einfache Biegunsmessungen

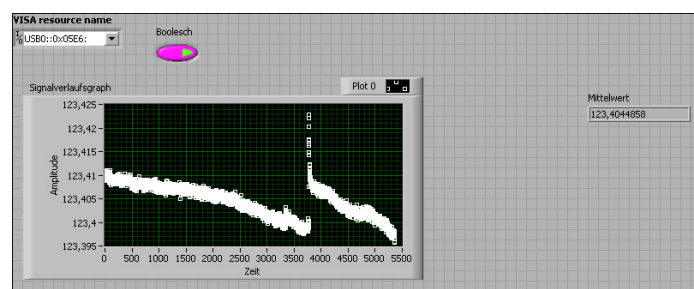
Zur Aufnahme der Messwerte diente folgender Programmaufbau:



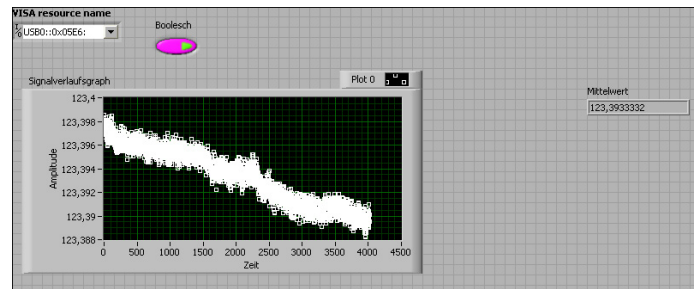
Hier wird analog zur einfachen Spannungsmessung vorgegangen. Lediglich eine Mittelwertbildung wurde zusätzlich eingebaut. In den folgenden Messungen wurde über mehrere Minuten aufgezeichnet.



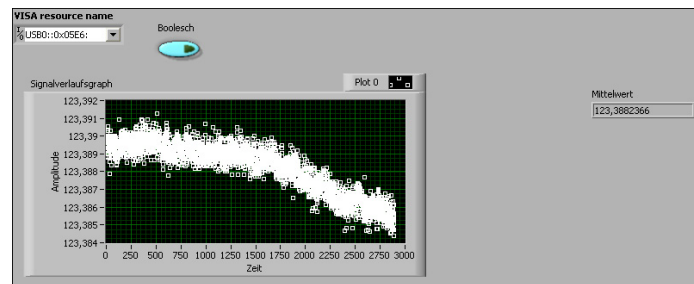
keine Masse



Masse 1: 42,9g



Masse 2: 58,1g



Masse 3: 93,7g

Die aufgenommenen Graphen zeigen ein Driftverhalten der Messwerte an. Verursacht durch dieses Verhalten und die Mittelung über einen zu großen Zeitraum sinken die Widerstände bei steigender Masse anstatt wie erwartet zuzunehmen. Aufgrund dessen kann die folgende Rechnung zunächst nur exemplarisch durchgeführt werden.

(Da die Messwerte ohnehin nicht Sinnvoll.)

Die theoretische Längenänderung ergibt sich aus folgenden Formeln:

$$\begin{aligned} \frac{\Delta l}{l} &= \frac{\sigma}{E} = \frac{M}{E \cdot I} \cdot z \\ &= \frac{r \times F}{E \cdot I} \cdot \frac{d}{2} \\ &\text{für kleine Winkel} \\ &= \frac{r \cdot F}{E \cdot I} \cdot \frac{d}{2} = \frac{\frac{l}{2} \cdot mg}{E \cdot \frac{d^3 \cdot b}{12}} \cdot \frac{d}{2} \\ &= \frac{3 m g l}{d^2 b E} \end{aligned}$$

Die experimentellen Werte lassen sich folgendermaßen bestimmen:

$$\frac{\Delta l}{l} = \frac{1}{K} \frac{\Delta R}{R}$$

Daraus folgt:

Masse [g]	Δl_{th} [μm]	Δl_{exp} [μm]	Abweichung
42,9	21,5	44,7	108%
58,1	29,1	58,5	101%
93,7	47,0	64,0	36%

Anhand der Tabelle kann man erkennen das die experimentell ermittelten und theoretischen Werte dennoch relativ nahe beinander liegen. Für uns ist momentan nicht ersichtlich warum dies so ist.

Bemerkungen:

- Auf eine Fehlerrechnung wurde aufgrund der ohnehin falschen Messergebnisse verzichtet.
- Die Sprünge in den ersten beiden Diagrammen stammen von ungewollten äußeren Beeinflussungen. Sie sind aber im vergleich zum Driftverhalten teilweise vernachlässigbar.
- Für die Berechnung der Werte dienten folgende Größen:

$$K = 2,1$$

$$g = 9,81 \frac{m}{s^2}$$

$$l = 32 \text{ cm}$$

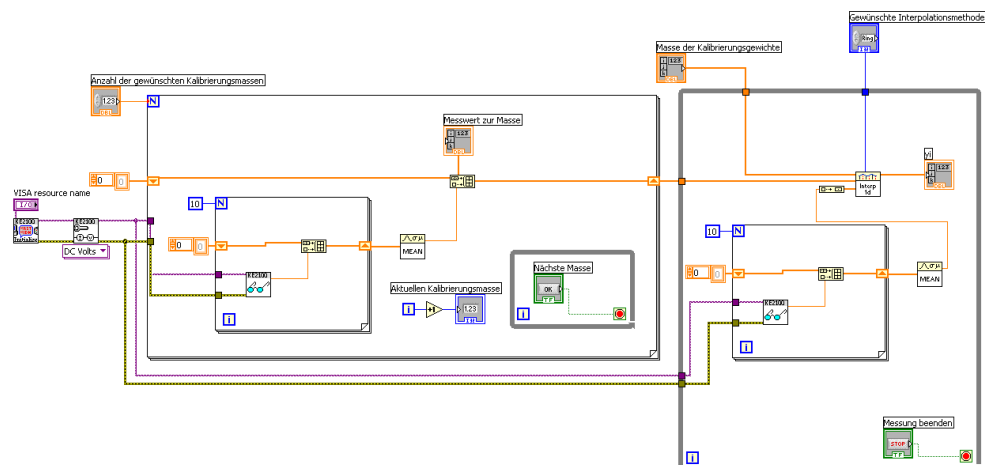
$$b = 7 \text{ cm}$$

$$d = 1,1 \text{ mm}$$

$$E = 71 \cdot 10^9 \frac{N}{m^2}$$

Massenbestimmung bei verschiedenen Beschaltungen

Zur Aufnahme der Messwerte diente folgender Programmaufbau:



Für alle folgenden Beschaltungen wurde das oben abgebildete Programm verwendet und lediglich bei reiner Widerstandsmessung die zu messende Größe umgestellt.

Das Programm besteht aus zwei großen Hauptschleifen die im Folgenden kurz erläutert werden sollen.

Nach Initalisierung der Geräte beginnt die erste Schleife. Hierbei handelt es sich um eine for-Schleife die so oft wiederholt wird wie der Nutzer kalibrierungsmassen einlesen möchte. Nun werden in einer weiteren (geschachtelten) for-Schleife 10 Messwerte aufgenommen, in ein Array geschrieben und anschließend gemittelt. Dieser Schritt ist nur zur Erhöhung der Genauigkeit nötig. Der Mittelwert wird auf ein Array geschrieben, welches durch ein Schieberegister bei jedem Durchlauf der Hauptschleife ergänzt wird. Damit die Haupt-for-Schleife nicht sofort weiter läuft und der Nutzer die Zeit hat eine weitere Kalibrierungsmasse aufzulegen wurde noch eine while-Schleife angelegt die solange läuft bis der Nutzer sie per Knopfdruck abbricht. Wenn alle Kalibrierungen abgeschlossen sind ist die erste Schleife beendet und die eingelesenen Werte werden der zweiten Schleife übergeben.

Hierbei handelt es sich um eine while-Schleife die kontinuierlich läuft solange der Benutzer nicht den Stop-Taster betätigt. Das Herzstück dieser Schleife ist die Interpolationsfunktion. Sie bekommt die bekannte Masse der Kalibrierungsgewichte, die Spannungs- oder Widerstandswerte zu den entsprechenden Massen und den aktuellen Messwert als Hauptbestandteile übergeben. Dabei sind Massen und Kalibrierungswerte die Stützstellen und der aktuelle Messwert, der im übrigen wieder über 10 Messungen gemittelt wird, der Interpolationspunkt den es zu bestimmen gilt. Dieser wird nun ständig aktualisiert und ausgegeben.

Bei allen folgenden Messungen wurde wie folgt vorgegangen:

1. Masse = 0 g (also ohne auflegen eines Massestückes)
2. Masse = $42,9\text{ g}$ (bekannt)
3. Masse = $93,7\text{ g}$ (bekannt)

Das zu testende Massestück wog laut Laborwaage $58,1\text{ g}$.

Direkte Widerstandsmessung:

Masse der Kalibrierungsgewichte	Messwert zur Masse
0	90,3165
42,9	90,3147
93,7	90,3328
0	0
0	0

Aktuelle Masse: 81,4791

Messung beenden: STOPP

Wie zu erkennen weicht der ermittelte Wert extrem weit (28,7%) vom realen Wert ab. Dies ist damit zu begründen, dass sich die Messwerte erst in der zweiten, teilweise auch erst in der dritten Nachkommastelle unterscheiden. Damit ist die Interpolation sehr ungenau und Schwankungen durch äußere Einflüsse werden extrem stark auf das Ergebnis übertragen. Zudem arbeitet das Messgerät hier an den Grenzen seines Auslösungsvermögens.

Messung mit Wheatstonebrücke:

Masse der Kalibrierungsgewichte	Messwert zur Masse
0	-0,0385675
42,9	-0,038571
93,7	-0,038575
0	0
0	0

Bei der Messung mit Wheatstonebrücke konnte ein doch recht genauer Wert ermittelt werden. Die Abweichung betrug nur 0,6%. Eine derartige Erhöhung des Auflösungsvermögens ist damit zu begründen, dass das Messgerät auch im Millivoltbereich noch sehr gut messen kann, im Milliohmbereich jedoch nicht. Außerdem führt die Schaltung einer Wheatstone-Brücke im gewissen Rahmen zu einer thermischen Stabilisierung was die Messung verbessert. Zu beachten war aber ebenfalls, dass auch dieser Wert recht großen Schwankungen unterworfen war und nur für eine sehr kurze Zeit in der Nähe des tatsächlichen Wertes blieb. Bereits eine Minute nach der Kalibrierung wich der Wert weiter als der der reinen Widerstandsmessung vom tatsächlichen Wert ab.

Der Grund für die Drift des Messwertes konnte nicht genau lokalisiert werden.

Messung mit Verstärker:

The screenshot shows a software interface for a measurement setup. It includes the following elements:

- VISA resource name:** A dropdown menu showing "USB0::0x05E6:".
- Anzahl der gewünschten Kalibrierungsmassen:** A spin box set to 3.
- gewünschte Interpolationsmethode:** A dropdown menu set to "linear".
- Aktuellen Kalibrierungsmasse:** A spin box set to 3, with a button labeled "Nächste Masse".
- Masse der Kalibrierungsgewichte:** A list of five spin boxes with values 0, 42,9, 93,7, 0, and 0.
- Messwert zur Masse:** A list of five spin boxes with values -0,0324102, -0,00708172, 0,0226985, 0, and 0.
- Aktuelle Masse:** A spin box set to 0, with a text field showing "55,5495".
- aktuelle Spannung:** A text field showing "7,52182E-4".
- Messung beenden:** A red button labeled "STOPP".

Die Messung mit Verstärkerschaltung lieferte ähnlich gute Ergebnisse wie die ohne. Es wurde für den Aufbau ein nichtinvertierender Verstärker gewählt, da dieser einen wesentlich kleineren Eingangswiderstand besitzt. Theoretisch sollte es damit möglich sein das Auflösungsvermögen bis zu den Grenzen des OPV's zu erhöhen. Eine wirklich ausschlaggebende Verbesserung konnte jedoch nicht beobachtet werden. Grund hierfür ist, dass das Messgerät bereits ohne Verstärker in einem guten Auflösungsbereich arbeitete. Zudem verstärkt der Verstärker auch alle unerwünschten Effekte mit.

Ein Verstärker würde sich also nur anbieten, wenn das Messgerät ein weniger hohes Auflösungsvermögen besäße.