

Labor Mess- und Sensorsysteme

Pulssensor

Laborbericht von:

Tobias Meier, Klasse Eb02

Patric Stieger, Klasse Eb02

Stefan Siegrist, Klasse Eb02

Betreuender Dozent:

Peter Munz

Fachhochschule Aargau

Departement Technik

Studiengang Elektrotechnik

Windisch, 23. August 2005

Inhaltsverzeichnis

Aufgabenstellung und Messprinzip	3
<i>Pulssensor mit Reflexionsprinzip</i>	3
<i>LED und Photodiode</i>	3
Sensorsignal	4
Schema	5
Aufbau	6
Resultate	7
NIRP – Diagnosis	9
<i>Parameter_default.txt</i>	10
Verbesserung	11
Fazit	11

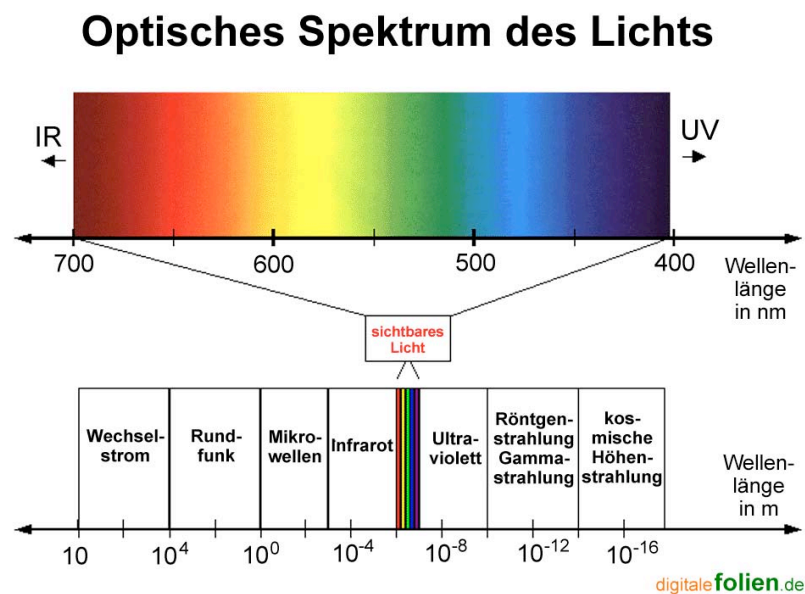
Aufgabenstellung und Messprinzip

Pulssensor mit Reflexionsprinzip

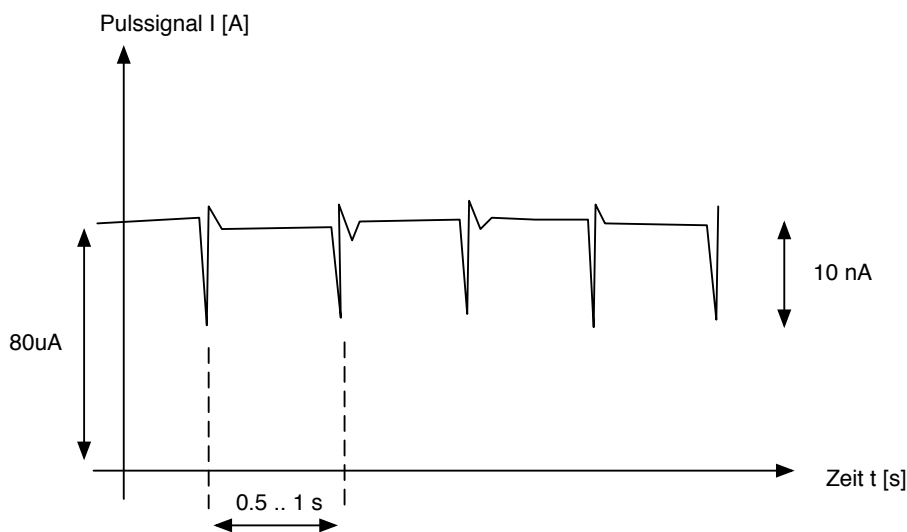
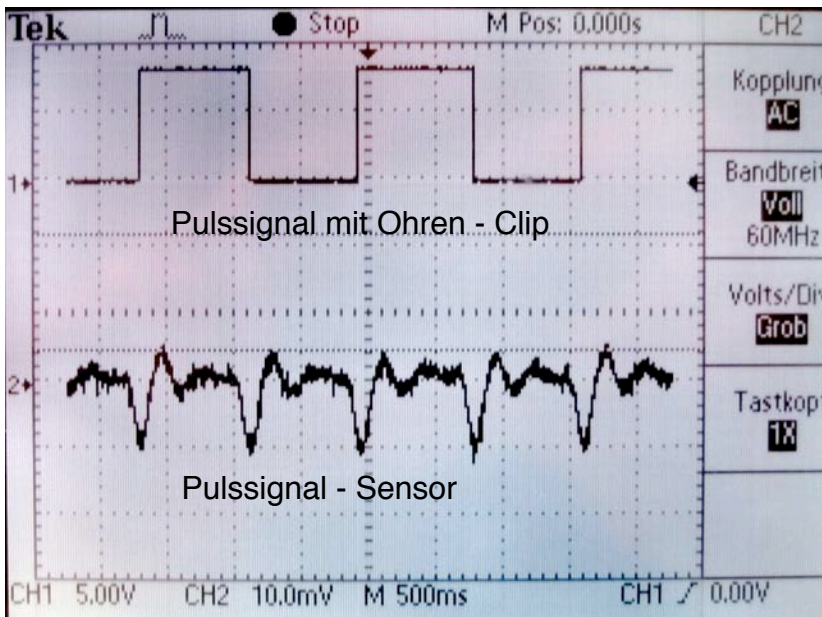
Das Messprinzip beruht auf der Reflexion des Lichtstrahls an der Hautoberfläche, bzw. gerade unter der Oberfläche. Wenn nun ein Pulsschlag durch die Adern zischt, so verändert sich die Reflexion. Mit dieser Methode soll der Puls aus dem Signal extrahiert werden.

LED und Photodiode

Bei der LED handelt es sich um eine Multicolor LED in den Farben rot, grün und 2 mal blau. Die Photodiode ist im Bereich von 850nm am empfindlichsten, deswegen wurde das rote Licht der LED verwendet. Zudem dringt das rote Licht tiefer in die Haut ein und verursacht dadurch eine grössere Reflexion.



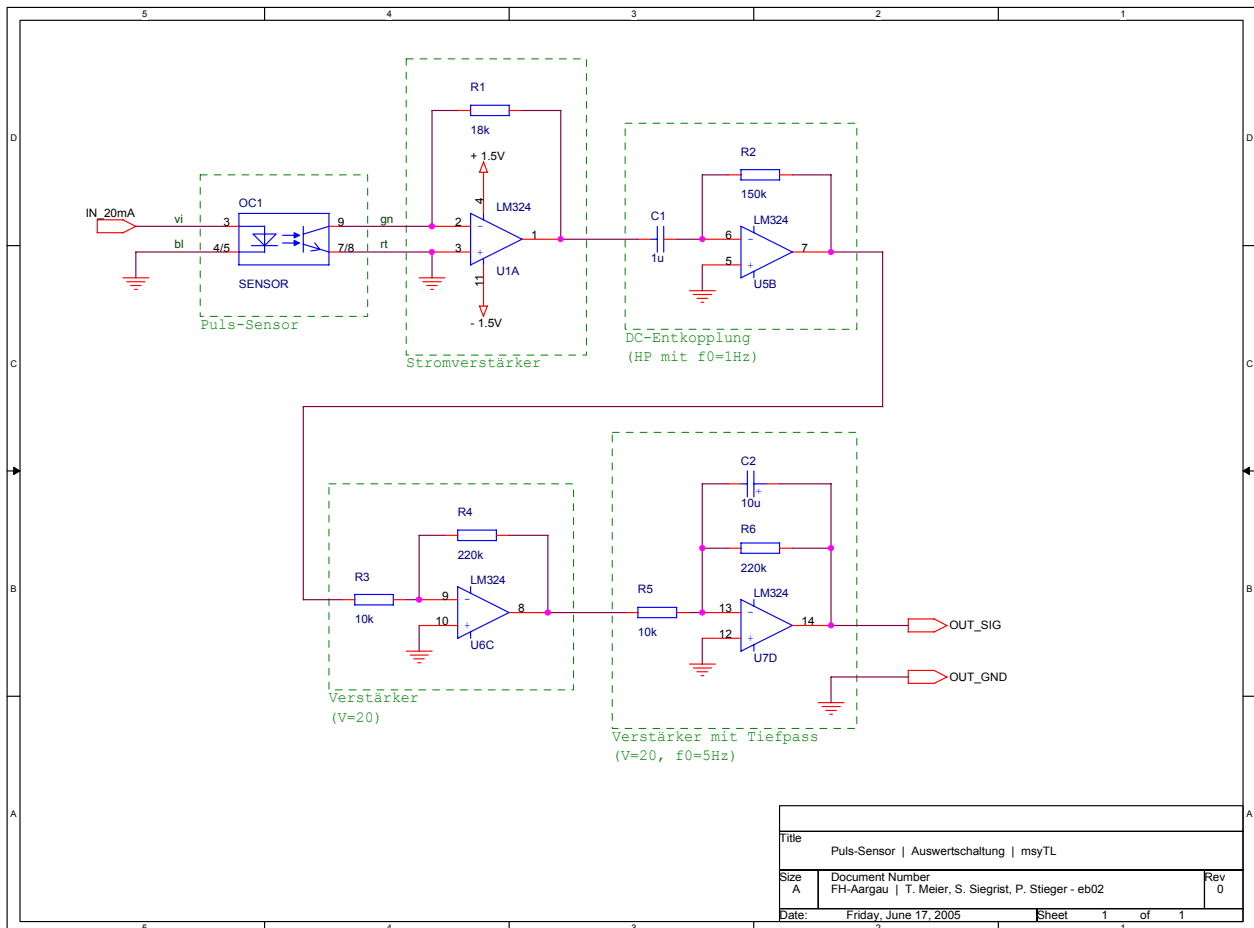
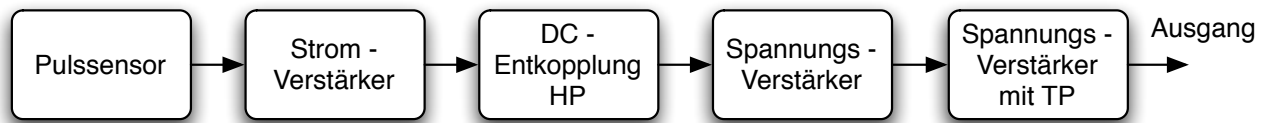
Sensorsignal



Das Pulssignal des Sensors ist ein Offset überlagert. Dieser Offset entsteht von der Reflexionsstrahlung auf dem das Messprinzip beruht. Dunklere Haut reflektiert weniger Strahlung als weisse Haut. Das Verhältnis von Signal zum Offset beträgt bei weisser Haut in etwa 80 dB.

Zu den Störeinflüssen die direkt beim Messprinzip ansetzen zählt das Umgebungslicht, der Hauttyp und der Reflexionsgrad des Blutes. Weiter ist die Position, der Anpressdruck sowie die ruhige Lagerung des Sensors für ein ausreichendes Signal entscheidend. Da die Signale sehr klein sind, ist bei der Verarbeitung gewisse Vorsicht mit herumliegenden Kabel die stören könnten geboten. Einziger Vorteil ist, das die Nutzsignale sehr Niederfrequent sind und daher die Störungen relativ einfach weggefiltert werden können.

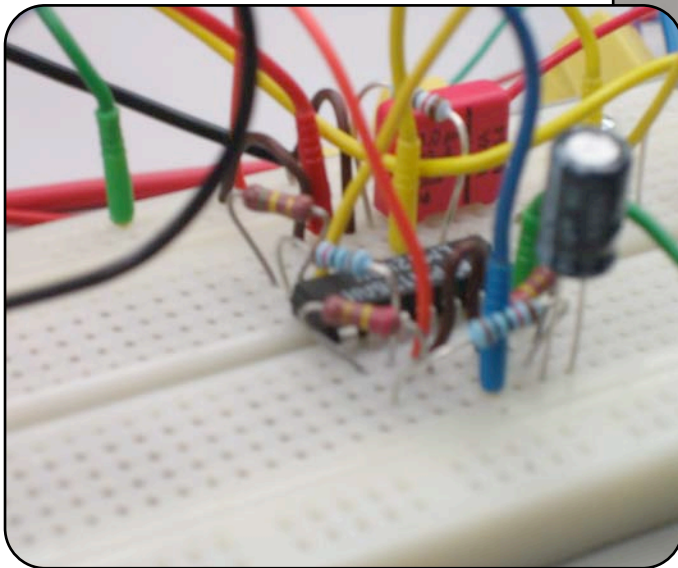
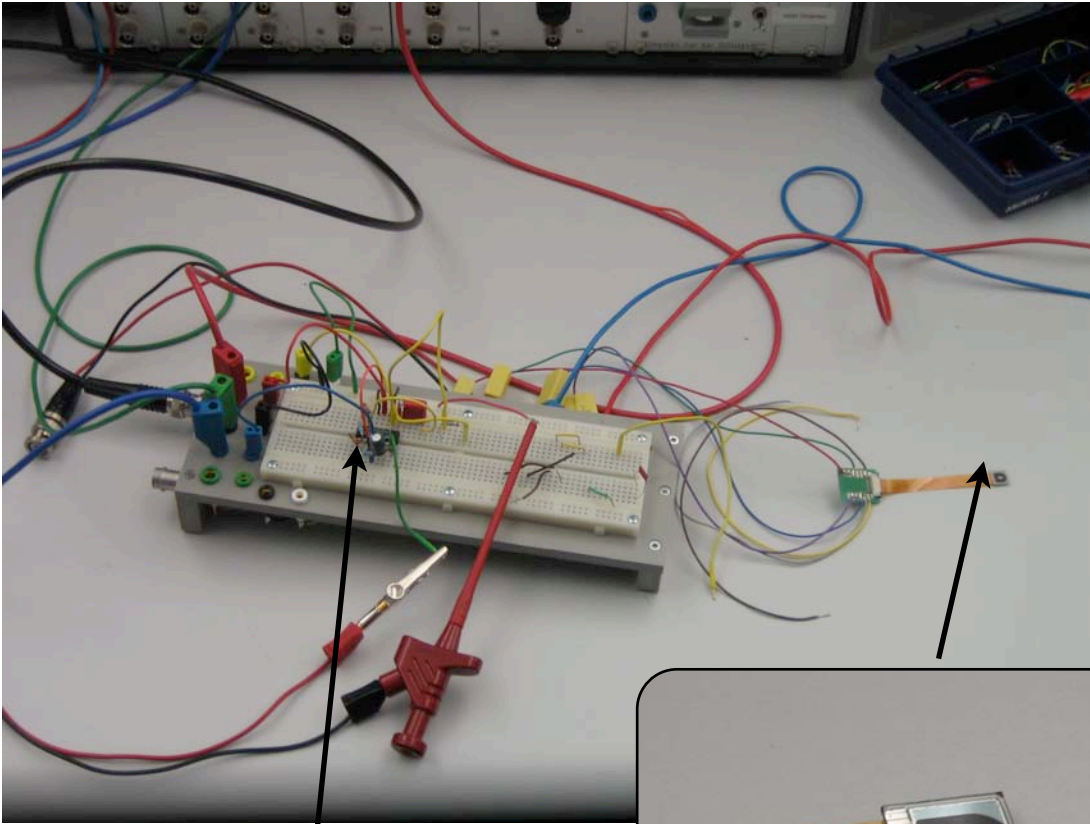
Schema



Das Sensorsignal wird zuerst mit einem Stromverstärker in eine Spannung gewandelt. Dabei ist zu beachten, dass der Offset des Signals (bedingt durch die Reflexionsstrahlung) den Verstärker nicht in die Begrenzung treibt. Anschliessend wird das Signal mit einem Hochpass ($f_0 = 1 \text{ Hz}$) die DC-Spannung unterdrückt. Danach noch Verstärkt und mit einem Tiefpass ($f_0 = 10 \text{ Hz}$) die störenden Frequenzen eliminiert.

Die ganze Schaltung wird mit 2 Batterien à 1.5V bipolar betrieben.

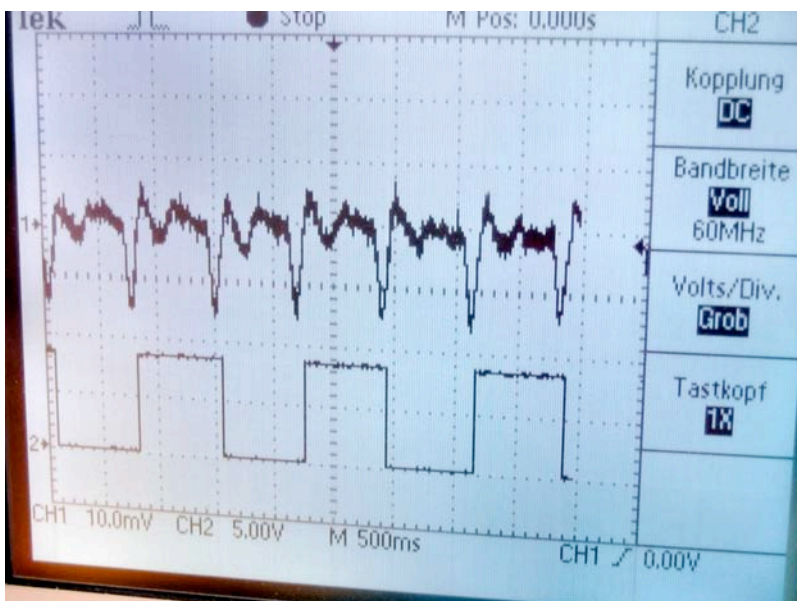
Aufbau



Resultate

Mit dem Versuchs-Sensor konnte am Anfang gar kein Signal entdeckt werden. Schon bald kam der Glaube auf, dass dieses Prinzip kaum funktionieren kann.

So wurden nach Lösungen gesucht. Laut Datenblatt ist der Empfänger vor allem im infraroten Bereich empfindlich. Eine Leuchtdiode mit längeren Wellenlängen, im Infrarotbereich, wurde eingesetzt. Das Ausgangssignal wird mit einem komfortablen Labor-Stromverstärker „aufbereitet“. So konnten wir nach langem herumdrücken am Arm und Dank der Beihilfe unseres Samariters, die Arterie aufspüren. Und siehe da: ES FUNKTIONIERT TATSÄCHLICH!

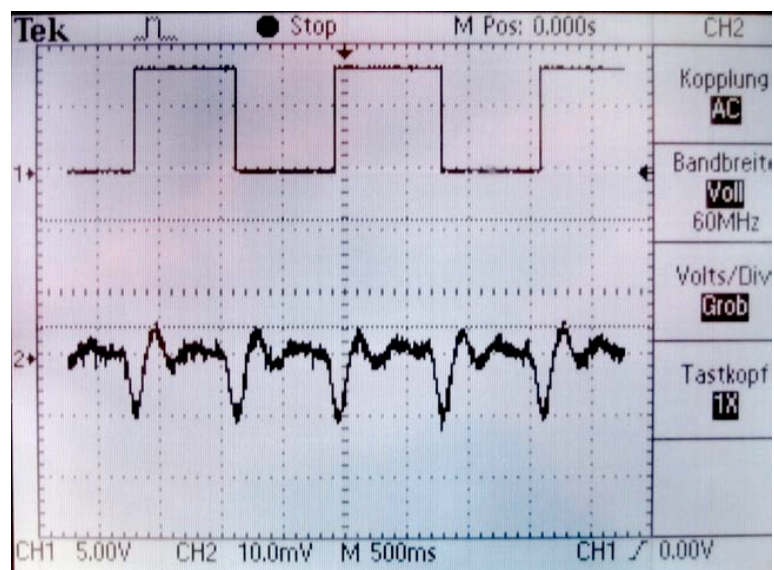


Die Obere Kurve zeigt das Signal vom Reflektorsensor.

Die untere Kurve von einem kommerziellen Plusmesser, der als Referenz dient

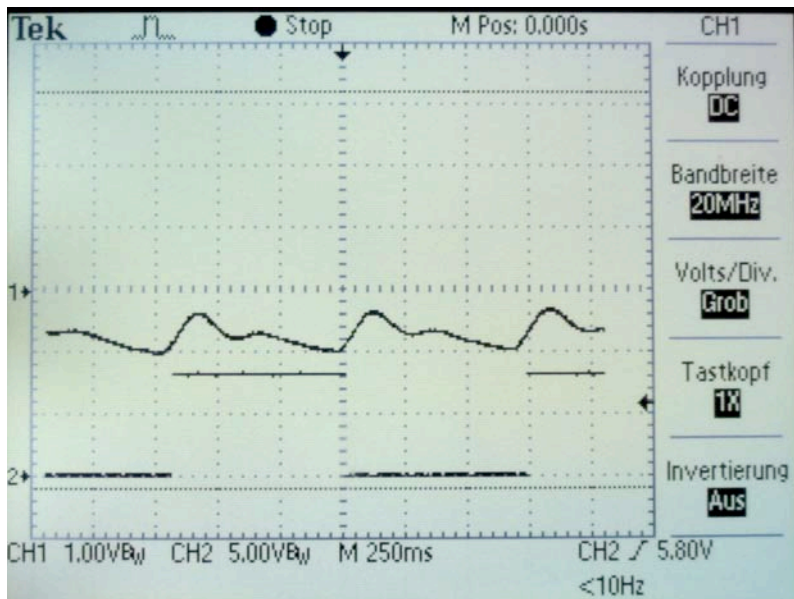
Versuchssensor mit Laborverstärker

Für das fertige Projekt kann aber der teure und schwere Laborverstärker logischerweise nicht verwendet werden. So wurde die im Kapitel „Schema“ beschriebene Verstärkerschaltung entwickelt. In der Zwischenzeit wurde auch der mikrosystemtechnische Sensor geliefert. Als erstes wurde er ebenfalls mit dem Laborverstärker in Betrieb genommen. Damit konnte seine Funktionalität bestätigt werden.



Kleiner Sensor mit Laborverstärker

Als letzter Schritt wurde der kleine Sensor mit unserer Verstärkerschaltung vereinigt ...



Es fällt deutlich auf, dass die Pulse im Gegensatz zu den Signalen mit dem Laborverstärker nach oben zeigen. Dies ist kommt davon, dass wir einmal mehr invertieren, als der Laborverstärker.

Kleiner Sensor mit Verstärker

Mit unserem Verstärker und dem mikromechanischen Sensor kann tatsächlich ein Pulssignal aus der Reflexion von Licht im Arm gewonnen werden.

Mit unserer Schaltung erreichen wir eine Verstärkung von $2.56 \mu\text{A}/\text{mV}$.

NIRP – Diagnosis

In diesem Kapitel wird die Software zur Signalauswertung beschrieben. Es handelt sich um ein Produkt der Firma „Software und Systeme Erfurt GmbH“ und wurde uns in einer abgespeckten Version zur Verfügung gestellt.

Mit Hilfe dieser Software können die vom Sensor erfassten Daten erfasst und visualisiert werden. Die Abbildung 1 zeigt die Startoberfläche mit den beiden Diagrammen. Die linke Seite ist für Einstellungen und Informationen. Dieses Programm ist für Patientenkontrollen. In unserer Version wurden die Funktionen für diese Kontrollen weggelassen, daher sind die Menu-Punkte in Abbildung 2 auch grau eingefärbt.

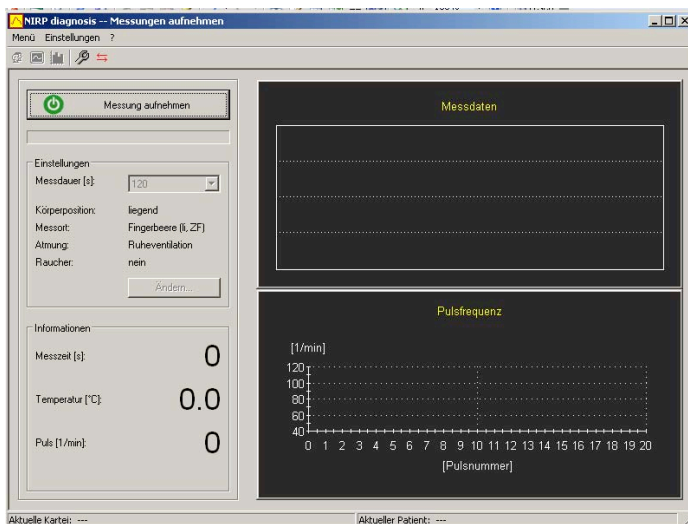


Abb. 1 Startoberfläche

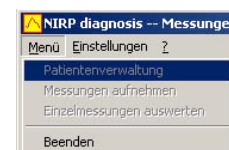


Abb. 2 Inaktive Funktionen

Unter dem Menu-Punkt *Einstellungen* -> *Optionen* können die Anzahl Kanäle und deren Farben, sowie der Com-Port, wie in Abbildung 3 gewählt werden. Unter *Einstellungen* -> *Geräte-Parameter* erscheint ein weiteres Fenster, mit welchem verschiedene Parameter eingestellt werden können. Die eingestellten Parameter werden in einem File gespeichert (nächste Seite abgebildet) und können auch so wieder aufgerufen werden. Es ist somit auch möglich, die Parameter im File zu ändern.

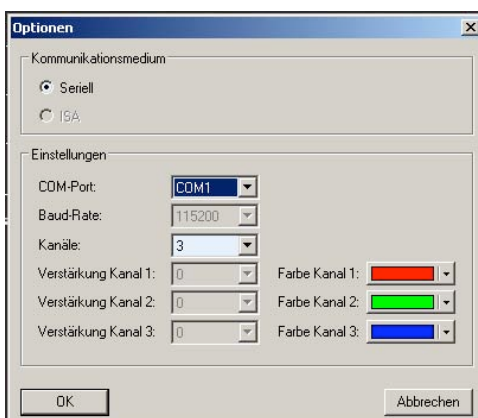


Abb. 3 Einstellungen

Parameter_default.txt

```

=====
1. Parameter ID
2. Aktueller Wert
3. Minimaler Wert
4. Maximaler Wert
5. Zahlensystem
6. Beschreibung
=====
0
0
0
65535
dezimal
Meßdauer in s (0 = unbegrenzt)
1
10
0
63
dezimal
Verstärkung Kanal 1
2
10
0
63
dezimal
Verstärkung Kanal 2
3
10
0
63
dezimal
Verstärkung Kanal 3
4
63
0
63
dezimal
Transimpedanz (0 = Maximum; 63 = Minimum)
5
3
3
255
dezimal
Abtastperiode der Meßwerte [s / 1536]
6
0000111
0000000
0000111
binär
Bit0..2: kanalweise Freigabe der LEDs (Kanal 1, 2, 3)
7
0000000
0000000
00001111
binär
Bit0..2: kanalweise manuelle LED-Stromvorgabe; Bit3:
Transimpedanz automatisch
8
0000000
0000000
00001111
binär
Bit0..2: kanalweise -> 1 = Anode / 0 = Kathode; Bit3: Vor-
gabe LED-Polarität
9
327
0
819
dezimal
LED-Strom Kanal 1 [mA * 250 / 4095]
10
327
0
819
dezimal
LED-Strom Kanal 2 [mA * 250 / 4095]
11
327
0
819
dezimal
LED-Strom Kanal 3 [mA * 250 / 4095]

```

Wie unschwer zu erkennen ist, sind unzählige Parameter zu verändern. Leider liegt zu diesem Programm keine Dokumentation oder Anleitung vor. Aus diesem Grund, war es uns nicht möglich, die Software in Betrieb zu nehmen. Es konnten zwar die Kurven eingelesen werden und auch einige Parameter konnten verändert werden. Einen Pulsschlag wurde jedoch nicht gemessen.

In dieser Programmversion war auch die Auswertung für den Pulsschlag nicht implementiert. Es wurde nur die Kurve der Messdaten angezeigt.

Die Verbindung zwischen dem Sensor und dem PC erfolgt über eine Box mit jeweils einem Kabel. Das Pinout der Kabel ist im Anhang enthalten.

Verbesserung

Die ganze Schaltung ist in der momentanen Phase auf einem Veroblock aufgebaut. Für eine sinnvolle Anwendung wäre ein Aufbau in SMD-Technik von Vorteil. Ein Hauptproblem liegt jedoch in der Anwendung des Sensors selber. Der Pulssensor muss sehr exakt auf der richtigen Stelle am Arm platziert werden und der Anpressdruck muss stimmen damit man überhaupt ein Pulssignal erkennen kann. Es ist somit nur für eine instruierte Person möglich den Sensor richtig anzuwenden. Die Wahl der Speisespannung von 2 mal 1.5 V Batterien denken wir als realistisch für einen Armbreif und würden an dieser Idee festhalten. Bei der eigentlichen Signalverarbeitung liegt noch grosses Entwicklungspotential. So müsste das nun vorhandene Pulssignal noch weiter verstärkt werden und anschliessend mit einem Schmitt-Trigger in einen Rechtecksignal umgewandelt werden.

Fazit

Das ganze Projekt war sehr lehrreich und man erhielt Einblicke in diverse praxisnahe Probleme. Angefangen von der richtigen Positionierung des Sensors über das Extrahieren der Information aus dem Sensorsignal bis hin zu schaltungstechnischen Überlegungen um mit Low-Cost, Low-Voltage einigermaßen ein vernünftiges Ergebnis zu erzielen.

Für ein Labor war der Umfang dieser Arbeit fast ein wenig zu hoch. Es wäre jedoch eine ideale Semesterarbeit gewesen in der man sich intensiver mit den einzelnen Problemen auseinandersetzen könnte und auch ständig am Ball bleiben würde. Bei einem Labor weiss man unter Umständen nicht immer ganz, was man vor 2 - 3 Wochen für Überlegungen gemacht hatte.