

Steuern mit Geisteskraft

Gliederung

1. Kurzfassung
2. Zielsetzung
3. Theorie
4. Mein EEG
5. Erste Versuche
6. Programmierung mit C-Control plus
7. Die Frequenz-Spannungs-Schaltung
8. Ausblick
9. Literaturliste
10. Danksagung

1. Kurzfassung

Mehrere Universitäten forschen am Thema Neurofeedback. Dabei werden die Gehirnwellen, die mit Elektroden aufgenommen werden, über ein Interface in einen Computer eingespeist und dort in Steuersignale umgesetzt. Dies fand ich faszinierend, denn so kann man mit seinen Gedanken z. B. Licht ein- und ausschalten. Ich ließ von mir ein EEG machen, um herauszufinden, ob auch ich durch Entspannen und Konzentrieren Alpha- und Betawellen erzeugen kann. Es funktionierte!

In vereinfachter Form habe ich in meiner Schüler-experimentieren-Arbeit versucht, diesen Vorgang nachzumachen. Mit idealisierten Alpha- und Betawellen gelang es mir, mit einer von mir entwickelten Elektronik und einem in C-Control plus geschriebenen Programm, mein Ziel zu erreichen.

2. Zielsetzung

Als ich mich entschlossen habe dieses Jahr bei Schüler experimentieren teilzunehmen, machte ich mich auf die Suche nach einem Thema. Zunächst dachte ich daran schwebende Autos zu bauen, diese Idee verwarf ich aber wieder. Als ich dann gelesen habe, dass man anhand eines EEGs sehen kann, ob sich eine Person konzentriert oder nicht, kam ich auf die Idee, ein Gerät zu bauen, mit dem man einfache Befehle (zum Beispiel Licht an/aus) durch unterschiedliche Signale „denken“ kann. Dazu muss man die Gehirnströme messen und dann von einem Computer auswerten und in einen mechanischen oder elektrischen Befehl umwandeln lassen.

Diese Vorstellung fand ich sehr spannend, da dadurch behinderte Menschen selbstständiger werden können und wenn man vor dem Fernseher einschläft schaltet sich dieser aus. Viele haben mir von meinem Vorhaben abgeraten. Es wäre zu schwer für einen Achtklässler, sagten sie mir. Aber ich ließ mich nicht von meiner Idee abbringen. Als ich mit meiner Idee zu Herrn Stein in die Miniforschungs-AG kam, meinte er auch, dass dies etwas zu schwierig für mich sei. Aber ich könnte ja versuchen die Probleme in „erster Näherung“ (so Herr Stein) zu lösen. Herr Stein zeigte mir zwei Zeichnungen von seiner Tochter Ronja (Abb. 2.1 und 2.2) und erzählte mir die Geschichte vom Elefanten. Das Ergebnis dieser Geschichte war: Da man einen großen Elefanten (Abb. 2.1) nicht auf einmal essen kann, muss man ihn in kleine Portionen unterteilen. Auf diese Art und Weise kann ich dann ein großes Problem lösen. Diese Idee fand ich gut. Zusätzlich vereinfachte ich einige Probleme, indem ich nicht mit wenigen μV sondern mit höheren Spannungen arbeitete.

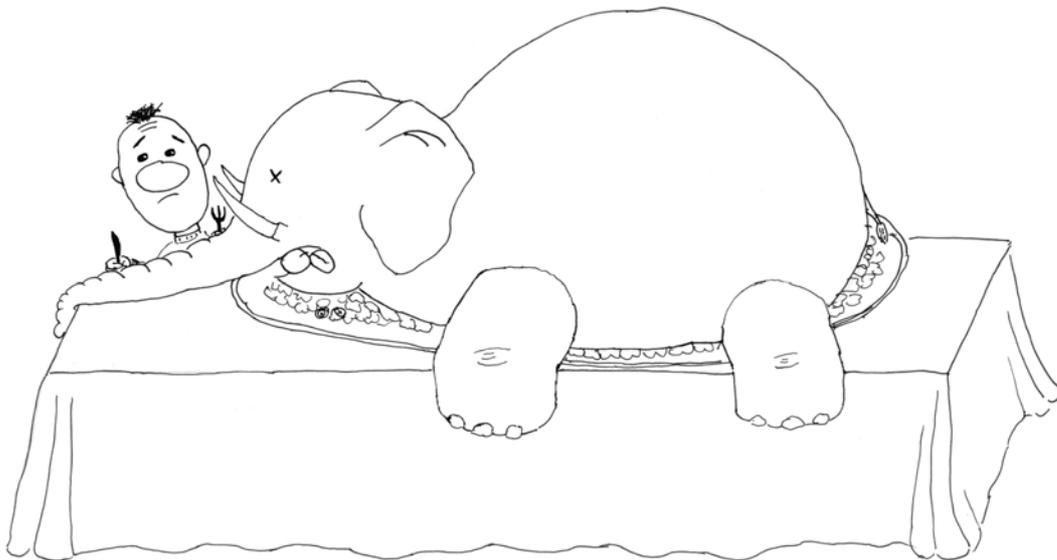


Abb. 2.1: Das riesengroße Problem

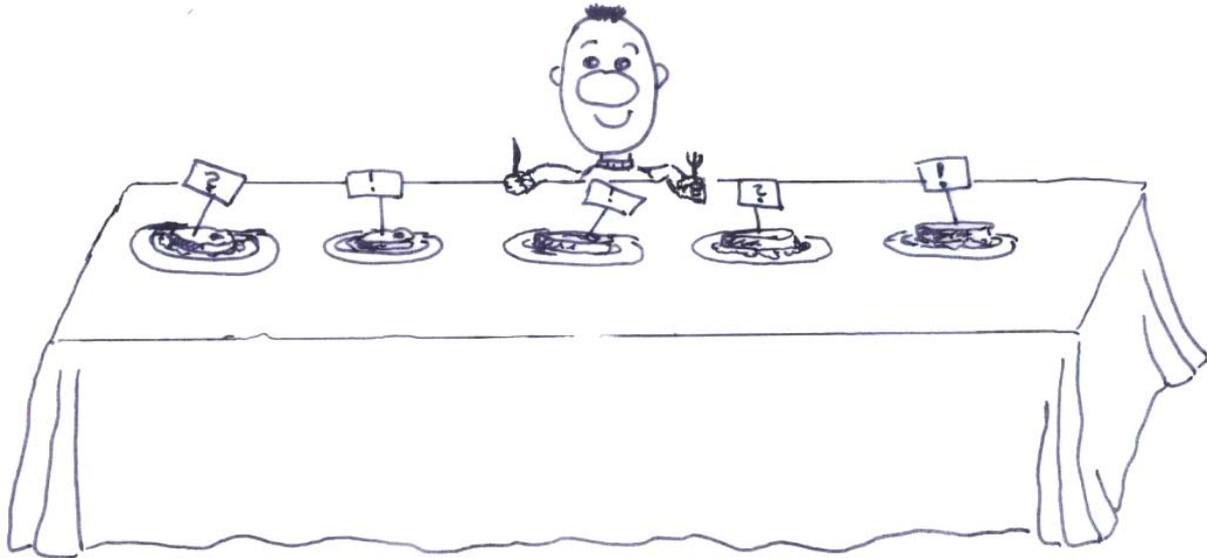


Abb. 2.2: Viele kleine Teilprobleme

3. Theorie

Mehrere Universitäten forschen am Thema Neurofeedback. Dabei werden die Gehirnwellen, die mit Elektroden aufgenommen werden, über ein Interface in einen Computer eingespeist und dort in Steuersignale umgesetzt. So kann man ohne Maus und Tastatur Flugzeuge durch einen Parcours auf dem Monitor steuern. Wenn man sich konzentriert, fliegt es nach oben, wenn man sich entspannt fliegt es nach unten. Bei Konzentration werden Betawellen erzeugt. Diese haben eine höhere Frequenz und eine höhere Spannung als die Alphawellen, die bei einem entspannten Zustand entstehen.

Wegbereiter des Neurofeedback war der Schlafforscher Barry Sterman. Er entdeckte bei EEG-Messungen von Katzen ein neues Hirnstrommuster. Bei Versuchen stellte er fest, dass Katzen die Wellen bewusst erzeugen können. Auch das Risiko für Epilepsie war nach dem Gehirntraining bei den Katzen geringer.

Man glaubt, dass man Stermans Forschungen auch auf Menschen übertragen kann. So kann sich durch Neurofeedback die Konzentrationsfähigkeit von Testpersonen erhöhen.

Somit hatte ich mein erstes Teilproblem: Ich musste überprüfen, ob auch ich Alphawellen und Betawellen denken kann.

4. Mein EEG

Um zu überprüfen ob ich wirklich unterschiedliche Frequenzen denken kann, ließ ich ein EEG (Elektroenzephalogramm) von mir machen. Als erstes bekam ich eine Plastiknetzhaube aufgesetzt. Dann wurden an den Kreuzungspunkten Elektroden befestigt. Damit die Elektroden auch die Gehirnströme empfangen konnten, wurden die Haare mit einer Paste so gefestigt, dass sie nicht zwischen der Kopfhaut und den Elektroden liegen konnten. Danach musste ich die Augen schließen. Abwechselnd entspannte und konzentrierte ich mich. Zu den Zeiten, an denen ich mich konzentriert habe, ist die Frequenz und die Spannung auch wirklich höher geworden als zu den Zeiten, an denen ich mich entspannt habe (siehe Abb. 4.1). Damit hatte ich mein erstes Teilproblem gelöst: Ich kann Alphawellen und Betawellen denken.

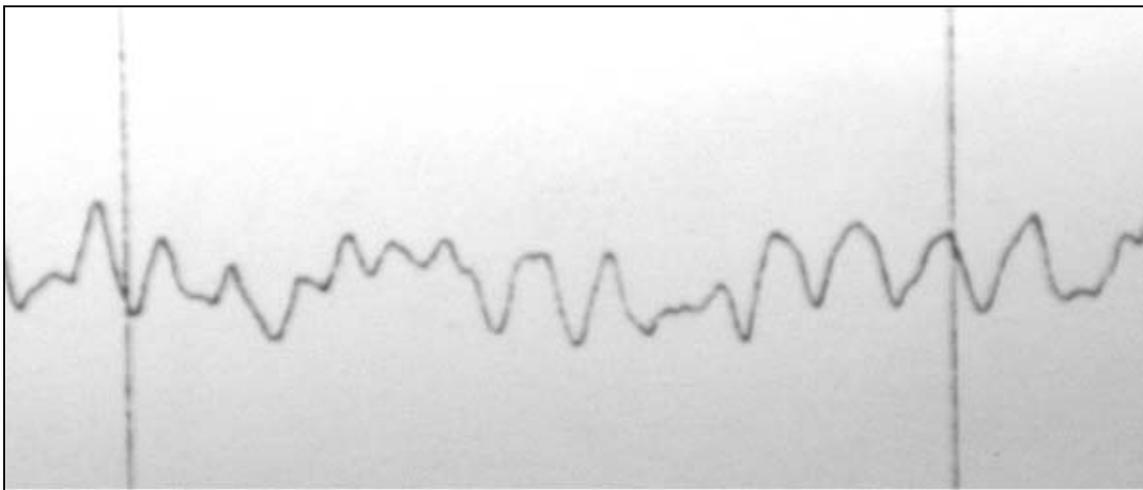


Abb. 4.1: Meine Alphawellen

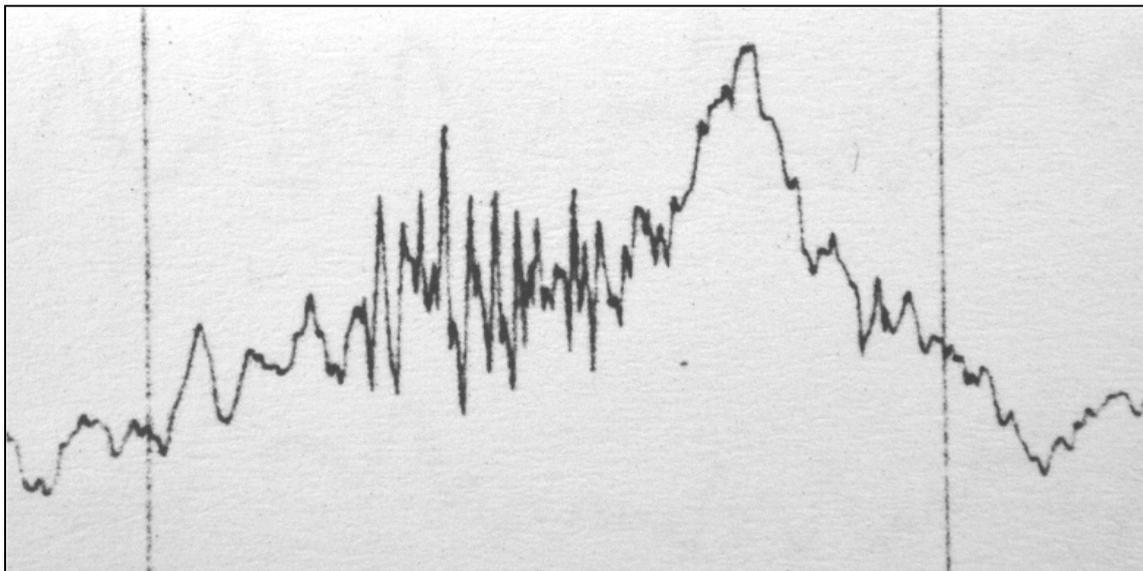


Abb. 4.2: Meine Betawellen

5. Erste Versuche

Zurück in der Miniforschungs-AG habe ich versucht mein eigenes EEG aufzunehmen. Dazu habe ich an ein Oszilloskop zwei Kabel angeschlossen und die anderen Enden durch Pflaster an meinem Kopf geklebt. Auf dem Oszilloskop konnte ich eine sinusförmige Welle erkennen. Durch konzentrieren und entspannen konnte ich sie zwar nicht verändern, wohl aber wenn ich meine Beine oder Arme ausstreckte. Dadurch wurde der Ausschlag kleiner oder größer. Die Frequenz änderte sich aber nicht.

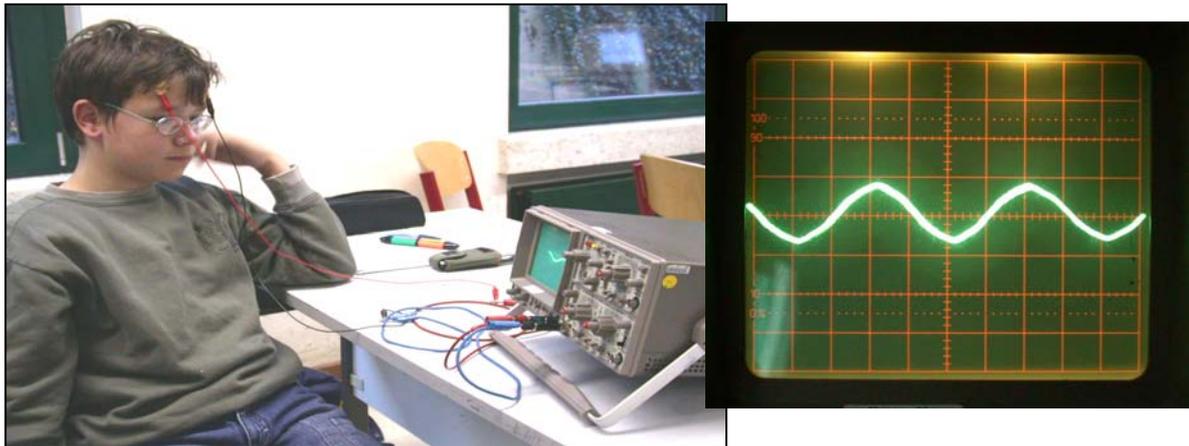


Abb. 5.1: „Gehirnspannungsmessung“ mit dem Oszilloskop

Dieser Versuch zeigte mir sehr deutlich, dass ich so keine Alpha- und Betawellen im μV -Bereich aufzeichnen konnte. Zwar habe ich eine kleine Spannung an meinem Kopf gemessen, doch die musste einen anderen Ursprung haben. In Gesprächen mit anderen Miniforschern wurde mir klar, dass ich eine Antenne für all die elektromagnetische Hintergrundstrahlung im Raum war. Diese Hintergrundstrahlung und die Alpha- und Betawellen muss man auf irgendeine Art und Weise trennen, doch wie sollte ich dieses Problem lösen?

Nach längerem überlegen und informieren entschloss ich mich die gesamte „Hirnspannung“ zu verstärken, in einen Computer einzulesen und sie dann mittels eines Programms zu trennen.

Da ich von Elektronik noch nicht soviel Ahnung habe (In der Klasse 8 machen wir gerade Optik.), habe ich mit einem Mikrofonverstärker (Abb. 5.2), den man als preiswerten Bausatz bei Conrad bekommt, Spannungen im μV -Bereich so verstärkt, dass ich sie über eine Soundkarte in einen Computer einlesen konnte. Diese Spannungen haben eine Frequenz von 10 Hz und 20 Hz. Ich habe sie mit dem Frequenzgenerator der Schule erzeugt und sie über einen Spannungsteiler der Soundkarte zugeführt. Herr Stein meinte zwar, dass man mit einer Soundkarte keine Spannungen mit einer Frequenz von 10 Hz und 20 Hz aufzeichnen kann. Wie man an Abbildung 5.3 und 5.4 sieht, hat es aber doch funktioniert.

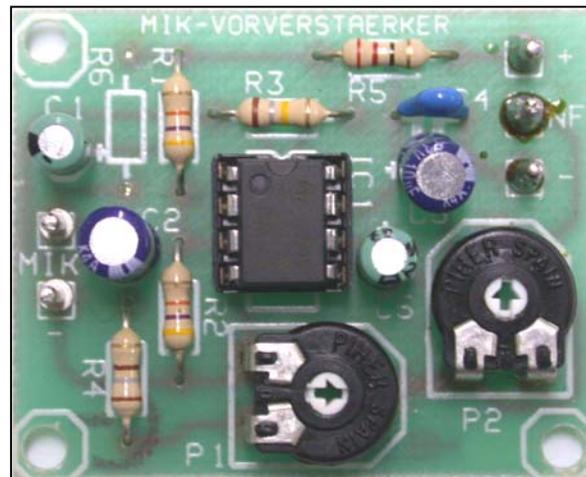


Abb. 5.2: Mono-Mikrofonverstärker

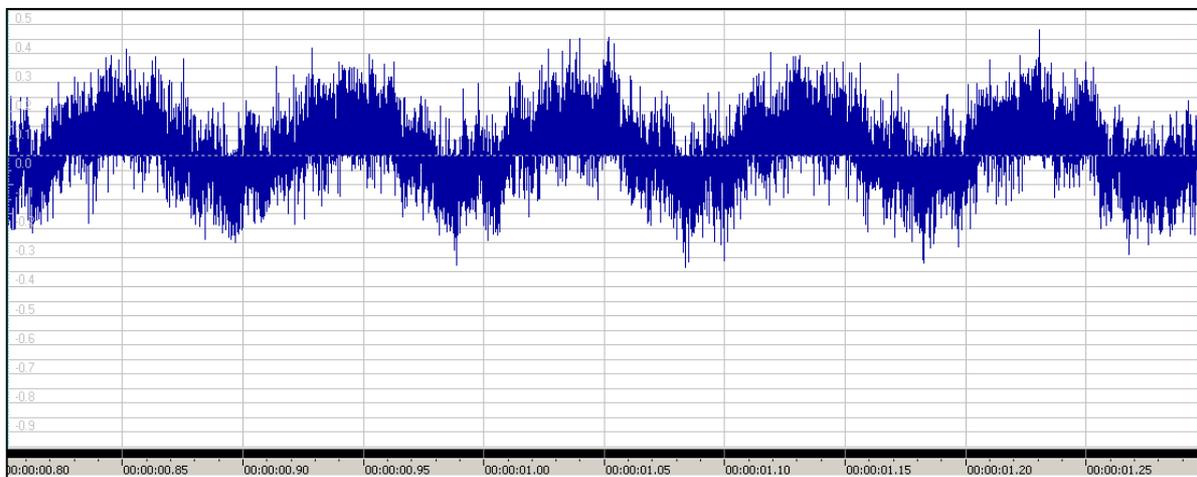


Abb. 5.3: Verstärktes Signal $f = 10 \text{ Hz}$

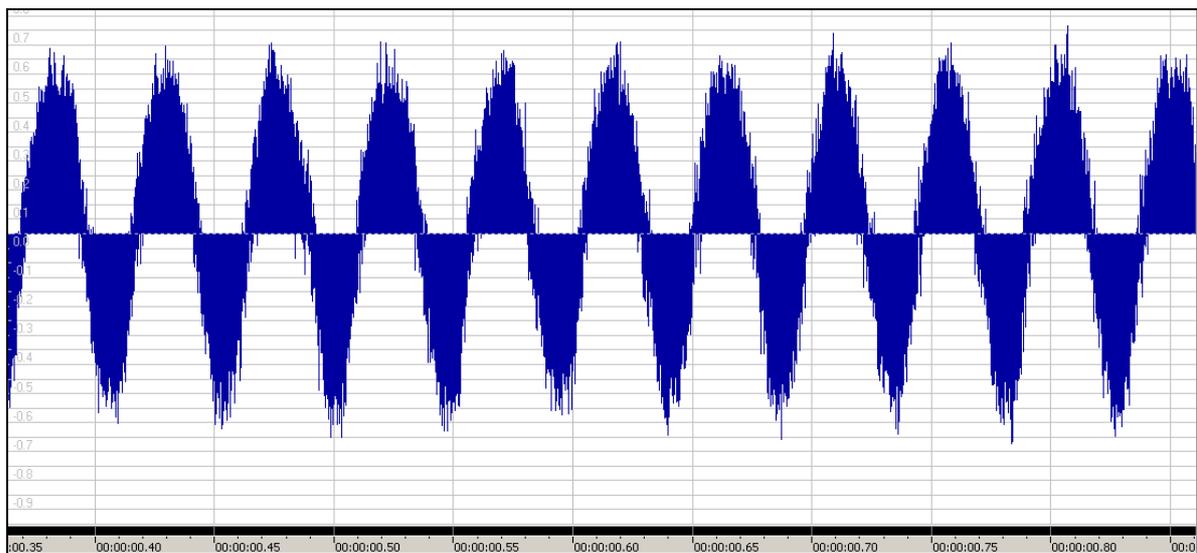


Abb. 5.4: Verstärktes Signal $f = 20 \text{ Hz}$

6. Programmierung mit C-Control plus

Nun konnte ich also Spannungen im μV -Bereich und einer Frequenz ab 10 Hz über die Soundkarte in den Computer einlesen. Aufgrund meiner unzureichenden Programmierkenntnisse konnte ich auf diese Daten aber nicht so zugreifen, wie ich es für einen Schaltungsvorgang benötigt hätte. Also hatte ich wieder ein Problem.

Deshalb fragte ich Herrn Stein um Rat. Er sagte mir, dass es den Mikrocomputer C- Control (Abb. 6.1) gibt, den man mit Hilfe einer graphischen Programmieroberfläche programmieren kann. Also eignete ich mir die Grundlagen der Programmiersprache C-Control plus an. C-Control hatte außerdem den Vorteil, dass es preiswerter und viel kleiner als ein sperriger Computer ist.

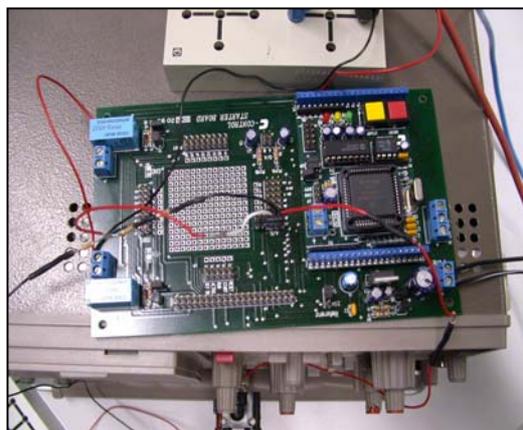


Abb. 6.1: C-Control im Einsatz

Ziel meines ersten Programms in C-Control plus war, dass es zwischen Spannungen von 10Hz und 20Hz unterscheiden kann. Diese Aufgabe löste ich wie folgt.

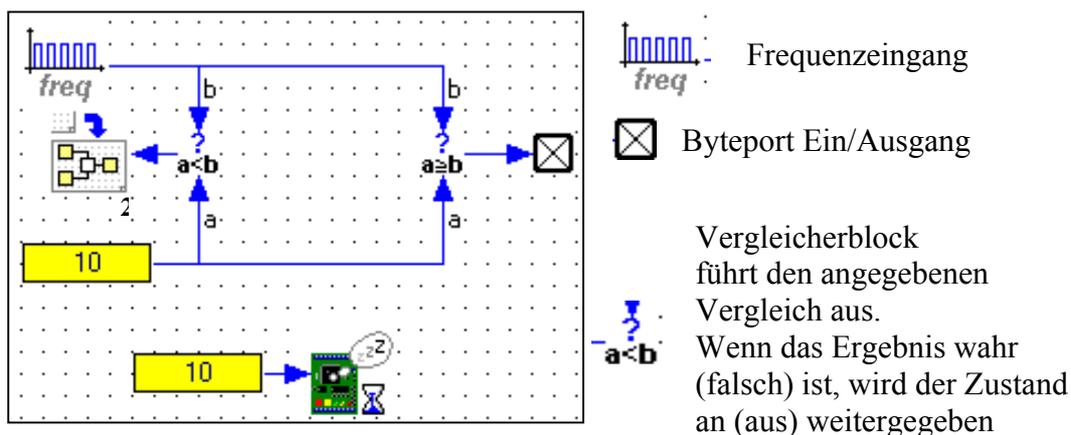
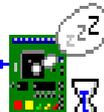
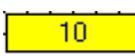
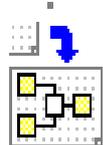


Abb.6.2: Mein Programm zur Frequenzmessung

 Pause die Länge der Pause kann man einfach berechnen $20\text{ms} \times$

 Konstante (hier mit Inhalt 10)
 Verzweigung zu einer anderen Programmzelle. Der Inhalt dieser Zelle wird ausgeführt.

Wenn die Frequenz größer als 10Hz ist, startet das Programm in Zelle 2, welche nur einen Block enthält. Dieser verweist das Programm wieder an Zelle 1. Das bedeutet, dass das Programm wiederholt wird. Ist die Frequenz kleiner oder gleich 10Hz wird der Byteport 1, der an ein Relais angeschlossen ist, eingeschaltet. Danach wird eine Pause von 200ms eingelegt. Dieses Programm würde also eine Lampe aus- und einschalten, wenn man Alpha- und Betawellen durch eine Rechteck- oder Sinusspannung simuliert.

Als ich dann dieses Programm testete, stellte ich fest, dass sobald der Frequenzeingang an den Frequenzgenerator angeschlossen war, die Spannung des Frequenzgenerators zusammenbrach. Daraufhin überlegte ich, woran das liegen könnte. Als ich den C-Control-Frequenzeingang an das Oszilloskop anschloss stellte ich fest, dass dort eine Spannung von 5V anliegt.

Ich forschte in allen möglichen Quellen nach. In einer alten Jugend-forscht-Arbeit fand ich des Rätsels Lösung: ich musste die Frequenz über die A/D Ports in die C-Control geben. Also habe ich das Programm umgeschrieben (Abb. 6.3).

Wenn die Frequenz kleiner oder gleich 15Hz ist, wird der Byteport 1 eingeschaltet. Danach wird eine Pause von 2s eingelegt. Als ich dieses Programm testete bemerkte ich, dass meine C-Control-Unit auch über den Analogeingang keine Frequenzen, sondern nur Spannungen messen kann. **Das war eine riesige Katastrophe!**

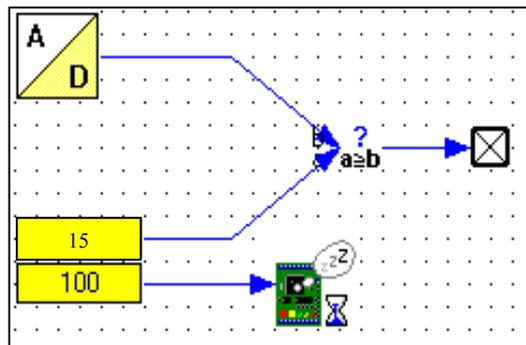


Abb. 6.3: Mein umgeschriebenes Programm

7. Die Frequenz-Spannungs-Schaltung

Da ich mit meinem C-Control nur Spannungen messen kann, muss ich halt die Frequenzen in Spannungen umwandeln. Zuerst dachte ich, dass dies unmöglich ist. Ich überlegte überlegte überlegte... Ich forschte im Internet, fragte Mitschüler und suchte in Büchern. Ich fand jedoch nichts. Ich war kurz davor aufzugeben.

Dann kam mir endlich die große Idee: Ich baute mir einen Spannungsteiler aus einer Glühlampe und einem Kondensator. Wenn die Frequenz klein ist, dann liegt eine große Teilspannung am Kondensator an und eine kleine Teilspannung an der Glühlampe. Bei einer hohen Frequenz ist es umgekehrt. Zusätzlich gilt: Da sich der Glühdraht der Lampe nicht so schnell abkühlt, leuchtet die Lampe bei der höheren Frequenz gleichmäßiger und damit heller.

Wenn mehr Licht auf den LDR des zweiten Spannungsteilers fällt, dann wird sein Widerstand kleiner. Durch wird die Spannung am $10\text{k}\Omega$ -Widerstand größer. Also: Je höher die Frequenz ist, desto höher ist also die Spannung am $10\text{k}\Omega$ -Widerstand. Diese Spannung habe ich auf den Analogeingang von C-Control gegeben. Später habe ich dann noch einen $47\mu\text{F}$ -Kondensator parallel zum LDR geschaltet, damit die Spannung am LDR nicht so stark schwankt.

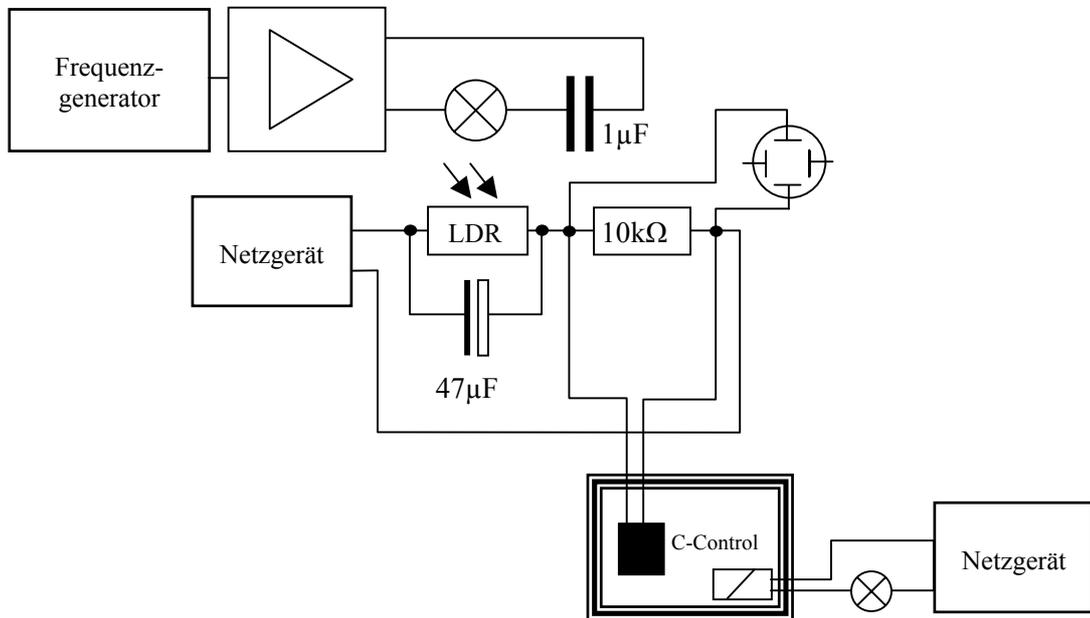


Abb. 7.1: Meine Frequenz-Spannungs-Schaltung

Wenn die Spannung am Analogeingang nun einem Wert von $1,5\text{V}$ überschreitet, dann schaltet mein Programm, das ich in den Mikrochip der C-Control eingespielt habe, über ein Relais eine Lampe ein. **Das heißt ich hatte mein Ziel erreicht, denn ich konnte mit simulierten Alpha- und Betawellen eine Lampe aus- und einschalten.**

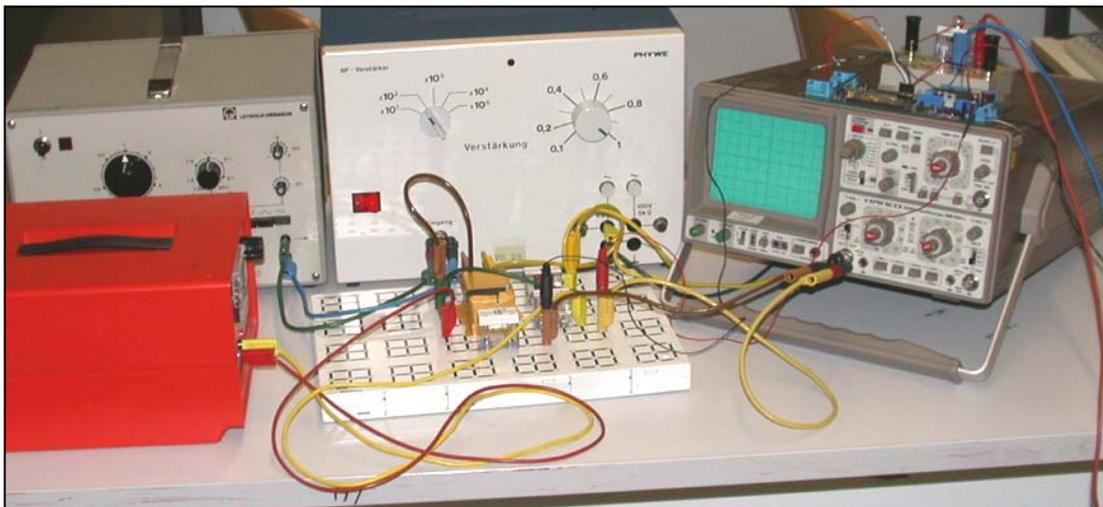


Abb. 7.2: Foto von meiner Frequenz-Spannungs-Schaltung

8. Ausblick

Von dem großen Elefanten habe ich nun schon einige Schnitzel verdaut. Doch viele warten noch auf mich. So überlege ich, ob ich die störende Hintergrundstrahlung nicht mittels abgeschirmter Leitungen und einem Differenzverstärker von meinen Alpha- und Betawellen trennen kann. Wenn mir dies gelingt, dann glaube ich, das meine in Kapitel 7 beschriebene Frequenz-Spannungs-Schaltung die Alpha- und Betawellen unterscheiden kann, wenn ich diese nur stark genug verstärke.

9. Literaturliste

1. Kainka, B. / Förster, M. C-Control-Anwendungen
Franzis Verlag, 1998
2. Kraft, Ulrich Lenke deinen Geist
Gehirn & Geist, 2005
3. Pütz, Jean (Hrsg.) Experimente Elektronik
vgs, 1998¹²

10. Danksagung

Ich bedanke mich bei Herrn Stein, der mir immer wieder Mut gemacht hat, wenn ich kurz davor war aufzugeben. Außerdem hat er mir einige gute Tipps und Ratschläge gegeben.