

Projekt Wörteruhr



Thierry Kellenberger

S1a

12. Juni 2020

Inhalt

1	Vorwort.....	3
1.1	Ziel.....	3
1.2	Motivation	3
1.3	Ziel.....	3
1.4	Erwartungen/Bedenken.....	3
2	Meine Wörteruhr.....	4
2.1	Die Teile der Wörteruhr	4
2.1.1	Der Rahmen.....	4
2.1.2	Die Buchstaben	4
2.1.3	Die Beleuchtung.....	5
2.1.4	Das Raster für die Beleuchtung.....	5
2.1.5	Die Steuerungselektronik.....	6
2.2	Software.....	6
3	Tagebuch.....	8
4	Interview.....	13
5	Fazit.....	16
6	Quellenangaben	17
7	Anhang.....	18

1 Vorwort

1.1 Ziel

In diesem Projekt baue ich eine Wörteruhr. Diese zeigt mir die Zeit mithilfe von ausgeschriebenen Zahlen und einigen zusätzlichen Wörtern an. Dabei werde ich sowohl die Uhr selbst herstellen als auch die Anzeige der Zeit programmieren.

1.2 Motivation

Da ich in der 3. Sekundarstufe schon ein Projekt machen durfte, wollte mir einfach keine gute neue Idee einfallen. Mein Projekt in der Sekundarschule war, eine Kühlhaltebox in eine selbst kühlende Kühlbox abzuändern. Nach vielen wieder verworfenen Ideen bin ich schliesslich auf die Wörteruhr gekommen. Als meine Familie und ich in Konstanz die Einkäufe für den Winter erledigten und gerade das Geschäft wechselten, liefen wir an einer Wörteruhr vorbei. Alle fanden diese Uhr sehr spannend und wirklich toll. Als ich aber den Preis sah, erschrak ich etwas. Diese Uhr kostete über 400€. Wieder zu Hause angekommen, schauten wir auch online noch Preise für Wörteruhren an, aber auch dort waren sie sehr hoch. Das brachte mich auf die Idee, selbst eine Wörteruhr herzustellen. Ich wollte wissen, ob ich eine solche Uhr viel günstiger herstellen könnte.

Die Idee, eine Wörteruhr als mein Projekt zu wählen, ist aus verschiedenen Gründen eine gute Sache. Ich brauche eigentlich schon lange eine richtige Uhr in meinem Zimmer, auf der ich die Zeit ablesen kann. Ich habe zwar einen Wecker, der steht aber schlecht sichtbar auf einem Schubladenschrank einen Meter vom Bett entfernt.

Auch kann ich beim Herstellen der Uhr sowohl handwerklich arbeiten, als auch mein Hauptinteresse am Programmieren gebrauchen.

Nach einigem Überlegen, Recherchieren und einigen gemeinsamen Diskussionen während dem Abendessen bemerkte ich schnell, dass meine Idee gut umsetzbar ist.

1.3 Ziel

Mein Ziel ist es, eine funktionierende Wörteruhr zu bauen, die auch einigermaßen gut aussieht. Ich möchte dabei herausfinden, ob der hohe Preis im Handel wirklich angemessen ist. Ich bin gespannt, ob ich es schaffe, eine Uhr mit nur wenig Ausgaben herzustellen.

Dafür werde ich Überlegungen machen, welche Materialien dafür geeignet sind und wo ich sie günstig beschaffen kann.

Ich werde auch im Internet schauen, ob bereits jemand versucht hat, eine solche Wörteruhr selber zu bauen. Vielleicht kann ich mich von dort ein wenig inspirieren lassen.

1.4 Erwartungen/Bedenken

Ich erwarte, dass ich dieses Projekt gut realisieren kann. Sicher werde ich einige Probleme lösen müssen, wie zum Beispiel der Bau des Rahmens. Meine Bedenken sind, dass ich spezielle Materialien organisieren muss. Eventuell ist das Material nicht verfügbar oder wenn ich es bestellen muss, es vielleicht nicht rechtzeitig ankommen könnte. Ebenfalls weiss ich noch nicht, was ich in einem Interview fragen sollte, denn ich weiss schon ziemlich viel zum Thema Programmierung. Auch habe ich von meinem Projekt schon recht genaue Vorstellungen.

2 Meine Wörteruhr

In diesem Kapitel beschreibe ich die einzelnen Teile meiner Wörteruhr und warum ich mich für jeweils diese Lösung entschieden habe. Im ersten Kapitel werde ich die Hardware beschreiben, im zweiten Kapitel die Software. Ich werde wenig über die Herstellung schreiben, Details dazu sind im Kapitel Tagebuch.

Meine Uhr besteht aus einem Arduino Nano, einem RTC-Modul, einem WS2812B LED-Streifen, einer schwarzen Folie, die hinter die mit dem Ikea Ribba Rahmen mitgelieferte Plexiglasscheibe geklebt wurde.

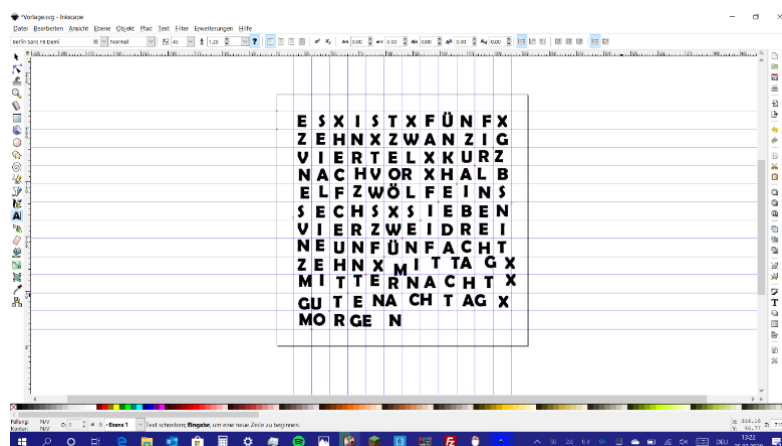
2.1 Die Teile der Wörteruhr

2.1.1 Der Rahmen

Zuerst wollte ich selber aus Holz einen Rahmen bauen. Das schien mir die günstigste Variante. Da dies aber zeitlich etwas knapp geworden wäre, entschloss ich mich, einen fertigen Rahmen zu kaufen. Nach einigem Suchen im Internet entschied ich mich für den Ribba Rahmen von IKEA. Er eignet sich für meine Wörteruhr aus verschiedenen Gründen sehr gut: Er ist erstens in schwarz erhältlich. Das wird sicher am schönsten aussehen, da die Buchstabenschicht ebenfalls schwarz sein soll. So wirkt die Uhr erst richtig, da die Buchstaben von hinten her beleuchtet werden. Ausserdem hat er mit den Massen 23x23 cm eine geeignete Grösse. Der Rahmen besteht aus Holz, ein Rahmen aus Metall wäre zu schwer gewesen. Der Rahmen hat innen ein Plexiglas, das ich sicher auch gut verwenden kann.

2.1.2 Die Buchstaben

Anfangs wollte ich ein Stück schwarzes Papier mit den ausgeschnittenen Buchstaben verwenden. Dieses wollte ich zwischen 2 Plexiglasscheiben legen. Bald kam die Idee dazu, anstatt Papier eine selbstklebende Folie zu verwenden. So wollte ich die Folie auf die eine Scheibe kleben und damit es gut aussieht eine zweite Scheibe darüberlegen. Doch mit zwei Plexiglasscheiben war diese Konstruktion zu dick, sodass die Rückplatte mit den LEDs nicht befestigt werden konnte. Zum Glück realisierte ich, dass ein Sandwich aus Plexiglasscheiben und der Folie nicht nötig ist. Wenn ich die Buchstaben spiegle, kann ich einfach die Folie hinter die mit dem Rahmen mitgelieferte Plexiglasscheibe kleben. So war die Folie wie gewünscht nicht aussen aufgeklebt, sondern hinter der Plexiglasscheibe geschützt. Die Buchstabenvorlage erstellte ich mit dem Programm Inkscape erstellt.



Mit dem Plotter meiner Mutter konnte ich sie ausschneiden lassen. Danach musste ich die geschnittene Folie auf eine Transferfolie übertragen. Eine aufwändige Arbeit war es, alle

überflüssigen Teile aus der Folie zu entfernen. Das Übertragen auf die Plexiglasscheibe gelang recht gut.

2.1.3 Die Beleuchtung

Ganz am Anfang wollte ich sogar alle Buchstaben von je einer einzelnen LED leuchten lassen, doch da wurde mir schnell klar, dass der Aufwand, alles zusammenzulöten, viel zu hoch werden würde. Die nächste Idee war, die Buchstaben mit «normalen» Led-Streifen aufleuchten lassen. Doch schnell bemerkte ich, dass mein Arduino zu wenige Ausgänge dafür hätte.

Den WS2812B LED-Streifen habe ich gewählt, weil ich so nur eine einzige lange Schlange verlegen muss, da ich den Streifen nach jeder LED abtrennen kann. Ausserdem kann ich jede Led einzeln und in verschiedenen Farben ansteuern. Auch mit dieser Lösung musste ich noch enorm viele Lötarbeiten erledigen. Dies war knifflig, ich schaffte es aber schliesslich.

2.1.4 Das Raster für die Beleuchtung

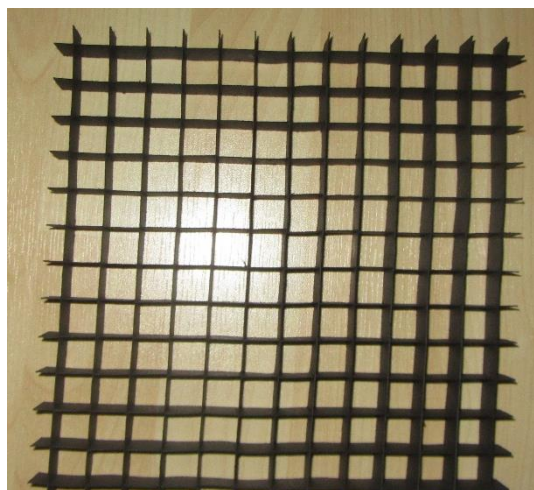
Im Gespräch mit meinen Götti kam die Idee auf, einen Lochkarton herzustellen. Der müsste im richtigen Abstand zu den LEDs montiert werden, damit immer nur ein LED durch einen Buchstaben herausleuchtet. Ich entschied mich gegen den Lochkarton, weil die Löcher sehr genau hätten sein müssen und das Montieren im richtigen Abstand von den LEDs auch unnötig kompliziert wäre. So könnte viel Licht durchkommen, wenn der Karton zu nahe an den LEDs ist.

Also entschied ich mich dafür, ein Raster aus schwarzem Papier herzustellen. Dafür zeichnete ich einen Streifen mit Schlitzten, den ich mit Computerprogramm Silhouette Studio vervielfachen und mit dem Plotter ausschneiden lassen konnte.



Eines von 28 Einzelteilen des Rasters

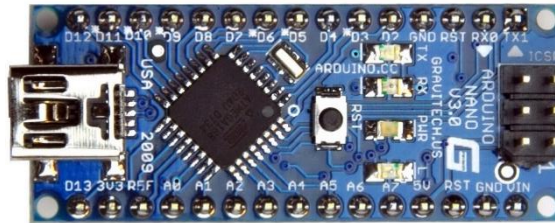
Die 28 Streifen konnte ich so zu einem Raster zusammenstecken. Der Plotter meiner Mutter machte zwar die grobe Schneidarbeit, ich musste leider die Schlitzte alle von Hand nachschneiden. Der Plotter konnte die Linien nicht so nahe nebeneinander schneiden.



Das fertige Raster

2.1.5 Die Steuerungselektronik

Ein Arduino ist ein kleiner Computer, den man nach seinen Wünschen programmieren kann. Das kann alles sein, von einfachen Dingen wie blinkende LEDs, über Wörteruhren, über Bewässerungssteuerungen bis hin zu kleinen Fahrzeugen. Man kann sehr viel damit machen. Vom Arduino gibt es ebenfalls viele verschiedene Varianten und Grössen, die eine riesige Auswahl an Projekten möglich macht. So sieht das Arduino Nano aus:



Arduino Nano (= eines von vielen verschiedenen Arduino-Modellen)

Eigentlich habe ich Kondensatoren bestellt, um eine stabile und schwankungslose Spannungsversorgung zu garantieren. Doch beim Ausprobieren bemerkte ich, dass ich den Kondensator gar nicht brauche.

Ich habe auch eine zusätzliche Stromverteilungsplatine angefertigt, damit ich nicht mehr als fünf Kabel durch das Loch in der Rückwand quetschen muss und nicht mehr als zwei Kabel auf eine Stelle löten muss. Dazu schnitt ich eine Platine mit Leiterbahnen, die mir mein Götti zur Verfügung stellte, in die richtige Grösse und lötete die Kabel darauf. Die Leiterbahnen auf der Rückseite übernehmen das Verbinden der Kabel.

Am Anfang war ich ein wenig unsicher, ob das alte 5 Volt, 1,5 Ampère-Netzteil, das mein Vater in seinem Arbeitszimmer fand, ausreichen wird, denn ich hatte ein Maximum von ungefähr 2 Ampère ausgerechnet. Doch wie es sich herausstellte, lag der Strom bei maximal um die 650mA (Milliampere) oder 0,65A. Nur bei der Startanimation ist das Netzteil am Limit, besonders bei der Regenbogenanimation. Ich habe die Helligkeit jedoch so eingestellt, dass das Netzteil nur voll ausgelastet, aber nicht überlastet ist.

2.2 Software

Ich habe den Code nicht selber geschrieben, ich habe ihn von jemand anderem heruntergeladen, der ihn jedoch frei zur Verfügung gestellt hat. Ich habe den Code ziemlich abändern müssen, denn der ursprüngliche Verfasser hat ihn für die englische Version der Wörteruhr geschrieben. Ich musste also die Positionen von allen LEDs abändern. Hätte ich den Code geschrieben, wäre er vermutlich nicht so übersichtlich, wie er jetzt ist, denn der Verfasser hat ihn relativ übersichtlich gestaltet.

Die verwendete Programmiersprache ist meiner Meinung nach sehr einfach zu verstehen. Wenn man die Wörter vom Englischen ins Deutsche übersetzt, sollte auch jemand, der überhaupt keine Ahnung von der Programmierung hat, in etwa verstehen, was programmiert ist. Wie im echten Leben als auch in der Programmierung gibt es verschiedene Sprachen. Das Arduino verwendet die Sprache C. Es gibt noch viele andere, wie zum Beispiel die am bekannteste Sprache Java, in der viele PC-Spiele geschrieben werden, wie zum Beispiel das meist verkaufte Spiel Minecraft. Unten seht ihr, wie die Programmieroberfläche aussieht.

3 Tagebuch

Hier beschreibe ich genauer, was ich gemacht habe und wo Probleme entstanden sind. Da ich anfangs bei meinen Grosseltern arbeiten durfte, habe ich einige Skizzen gezeichnet. Auch sie haben einige gezeichnet, um sicherzustellen, dass sie wissen, was ich jeweils meine. Die Skizzen sind im Anhang eingefügt.

Mittwoch, 4. November 2019:

Heute habe ich hauptsächlich Hausaufgaben erledigt und für Tests gelernt. Ich habe jedoch auch für mein Projekt gearbeitet. Dafür habe ich nachgeschaut, ob genügend LEDs zu einem günstigen Preis verfügbar wären. Für meine Uhr brauche ich ungefähr 23 LEDs, wenn sie auf 10 Minuten genau sein sollte. Auf Amazon fand ich 30 Stück für zwei Euro. Wenn ich mich für die Methode mit den einzelnen LEDs entscheide, passt das perfekt. Ebenfalls gefällt mir die geschätzte Ankunftszeit vom 11. Januar spätestens. Später habe ich jedoch gemerkt, dass ich pro Buchstaben eine LED benötigen würde, was dann ein riesiger Aufwand zum Löten wäre.

Montag, 6. Januar 2020:

Heute Abend habe ich mich mit meiner Mutter zusammengesetzt, um Genaueres zum Projekt zu besprechen. Wir haben gemeinsam geschaut, ob es Bilderrahmen gibt, in die ich das Plexiglas einfügen kann. Es gab zahlreiche in verschiedensten Materialien. Schlussendlich konnten wir uns auf das Modell «Ribba» von IKEA einigen, da dieser der schönste war. Ebenfalls zeigte sie mir das Programm, welches ich dann für das Ausplotten der Buchstaben brauchen werde.

Montag, 13. Januar 2020:

Heute habe ich mit meinem Vater einen neuen Typ von LED-Streifen gefunden, der viel weniger, genauer gesagt nur einen Anschluss statt 19 an einem Arduino braucht. Ebenfalls ist dieser LED-Streifen in viel kleineren Abständen zuschneidbar wie der, den ich genommen hätte. Bei diesem gibt es allerdings auch den Nachteil, dass dieser ein wenig mehr Programmierarbeit benötigt, weil man dort jede LED einzeln ansteuert. Diesen hat er für mich dann auch bestellt. Zusammen mit dem LED-Streifen hat er auch noch einige Zusatzteile wie einen Kondensator für eine stabile Spannungsversorgung und ein RTC-Modul bestellt. RTC steht für **Real-Time-Clock**, also Echtzeituhr. Diese läuft so genau, dass es nie Abweichungen gibt. Das einzige Problem, welches ich momentan habe, ist, dass die Uhr bei maximaler Helligkeit um die 9 Ampère benötigt, während ein klassisches USB-Netzteil maximal 2.1 Ampère liefern kann. Jedoch werden vermutlich nie alle LEDs in Weiss und auf voller Helligkeit leuchten. Trotzdem könnte die Stromversorgung an diesem Punkt noch knapp werden.

Dienstag, 14. Januar 2020:

Heute habe ich mich mit dem Nachführen des Tagebuches und mit der Programmierung des LED-Streifens auseinandergesetzt. Dazu suchte ich nach einer Anleitung, wie die WS2812B LED-Streifen zu programmieren sind. Recht schnell fand ich, was ich brauchte. Gleich speicherte ich diese Webseite in die Favoriten, damit ich sie später immer noch aufrufen kann. Dann las ich sie gut durch und führte alle Schritte aus. Alles funktionierte. Wenn dann die LED-Streifen angekommen sind, werde ich den Code auf das Arduino laden und sehen, ob es funktioniert, was ich schwer hoffe.

Dienstag, 21. Januar 2020:

Heute habe ich nach Codebeispielen für das RTC-Modul gesucht und diese heruntergeladen und einige Bibliotheken für die Programmieroberfläche des Arduinos installiert. Da die bestellten Teile erst Anfang bis Mitte Februar ankommen werden, kann ich noch nichts wirklich testen.

Dienstag, 4. Februar 2020:

Heute durfte ich zu meinen Grosseltern, um einige Ideen zu sammeln. Es ging darum, eine Lösung zu finden, wie man die Buchstaben/Wörter voneinander abtrennt. Doch zuerst musste ich meine Grosseltern in mein Projekt einführen. Während dem Mittagessen entschieden wir uns, beim Bau & Hobby eine Scheibe Plexiglas zu besorgen. Dies taten wir dann auch. Doch leider können sie es nur mittwochs zuschneiden, deshalb entschieden wir uns, es selbst zuzuschneiden. Am Nachmittag machten Pause. Am Abendessen besprachen wir das Projekt noch einmal genauer. Während der Diskussion kamen viele Vorschläge und zahlreiche Ideen und Tipps ans Licht. Mein Götti Michi kam auf die Idee, dass wir gar kein Raster brauchen, was ich ursprünglich vorhatte. Er schlug vor, stattdessen, falls die Folie, aus der ich die Buchstaben ausschneiden werde, klebbar ist, die Folie direkt hinter die Plexiglasscheibe zu kleben. Dies würde mir sehr viel Mühe ersparen, da ich ansonsten mehr als einhundert Ausschnitte hätte machen müssen. Zwischen den Buchstaben brauche es aber auch einen Lochkarton, um die Streuung des Lichts zu vermeiden. Nachdem alle fertig gegessen hatten, sassen Michi und ich nochmals zusammen. Wir schauten die Bibliothek des LED-Streifens an, um zu sehen, wie viele LEDs man theoretisch maximal anhängen kann. Nach einigem Suchen fanden wir die Antwort: ca. 65'500. Jedoch ist die Anzahl durch die Menge an Speicher des Arduinos stark eingeschränkt. Denn jede LED benötigt 3 Byte an RAM. Mit 144 LEDs wären das ganze 432 Byte. Das klingt zwar nach einer sehr kleinen Zahl. Wenn man allerdings bedenkt, dass unser Arduino nur 2 kB (2 Kilobyte oder 2'000 Byte) an RAM besitzt, würde das ungefähr einen Fünftel des Speicherplatzes einnehmen. Ebenfalls schauten wir uns das Datenblatt des LED-Streifens an, um herauszufinden, wie genau das Arduino den Streifen ansteuert. Schnell fanden wir heraus, dass es, wie er vermutet hatte, über ein PWM-Signal getan wird.

Mittwoch, 5. Februar 2020:

Heute ging es weiter mit der Arbeit. Wir begannen damit, eine kleine Variante des Lochkartons herzustellen. Schnell bemerkte ich jedoch, dass diese Lösung die Streuung des Lichts nicht effektiv genug verhindert. Deshalb war meine Idee, einen Prototyp des Rasters herzustellen und zu schauen, ob der gut machbar ist. Das war sehr anspruchsvoll, weil ich immer wieder 16,7mm lange Stücke anzeichnen musste. Dann, als das getan war, schnitt ich bei jeder eingezeichneten Linie ein 1mm breites Loch ein. Die langen Linien konnte ich einfach mit dem Cutter ausschneiden, die kurzen Linien gingen nicht. Da kam mein Grossvater auf die Idee, einen Schlitzschraubenzieher der Grösse 1mm zu verwenden, indem ich ihn auf der zu schneidenden Stelle positionierte, und dann einen Schlag mit dem Hammer draufgab. Später, als wir alles nochmals mit den genauen Massen aufzeichneten, fiel uns auf, dass wir das schon vor dem Kauf des Plexiglases hätten tun sollen, denn mit der 3mm dicken Scheibe wäre 1mm zu wenig Platz. Die Fragen zum Interview bereiteten wir auch vor. Zuerst schrieben wir einige technische Fragen auf, danach schrieben wir Fragen zum Thema Projektabwicklung auf, da die sehr nützlich sind.

Dienstag, 18. Februar 2020

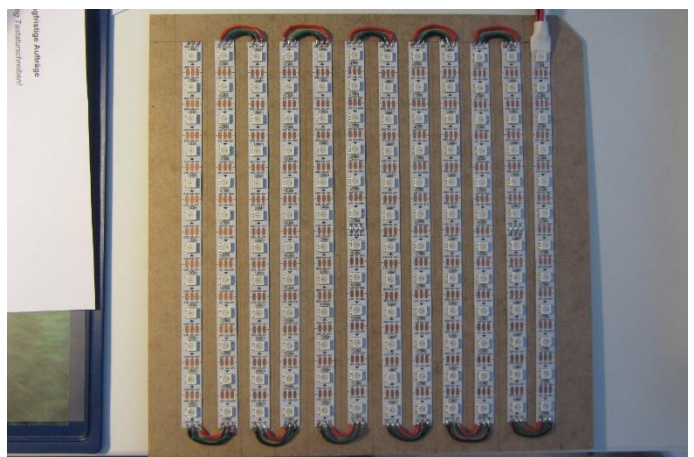
Heute begann ich mit Inkscape die Buchstabenfolie zu erstellen. Dafür erstellte ich zuerst eine auf meine gewünschte Grösse eingestellte Oberfläche und anschliessend erstellte ich Hilfslinien, damit später die Platzierung der Buchstaben einfacher ist. Dies erwies sich als leichte Aufgabe, da man die Linien nur von den Koordinatenmassstäben in die Oberfläche ziehen musste. Also tat ich das. Dann kam der etwas nervige Teil, nämlich das Positionieren der Linien an der richtigen Stelle. Denn ich musste, nachdem ich die richtigen Koordinaten eingegeben hatte, zum Rechner wechseln, das Resultat ausrechnen, mir das Resultat merken, zu Inkscape wechseln und das Ganze musste ich für alle 24 Linien wiederholen. Danach konnte ich die Buchstaben einfügen. Leider fand ich keine Möglichkeit, die Buchstaben einfach und schnell in der Mitte der Felder einzurasten.

Dienstag, 25. Februar 2020

Heute habe ich die Buchstabenfolie fertig gestellt. Ich habe mit Frau Krall noch fast alle zuvor leeren Felder noch ausfüllen können. Im normalen Unterricht positionierte ich dann anschliessend die völlig an unterschiedlichen Stellen liegenden Buchstaben gleichmässig mit gleichem Abstand. Zuvor hatte ich alle Buchstaben ungefähr in der Mitte der Hilfslinien platziert, doch so hatten sie einen sehr unregelmässigen Abstand. Also sass ich hin und setzte alle an die richtige Stelle. Jedoch sind die Buchstaben nicht gleich breit, sodass es immer noch ein wenig unregelmässig aussieht. Zuhause werde ich mit meinen Eltern schauen müssen, ob das, was ich heute gemacht habe, gut ist und falls nicht, muss ich eine andere Lösung suchen und alles nochmals abändern. Ausserdem kam letzten Mittwoch eine E-Mail, dass unser Led-Streifen aus China abgeschickt wurde. Also hat das Warten nun bald ein Ende.

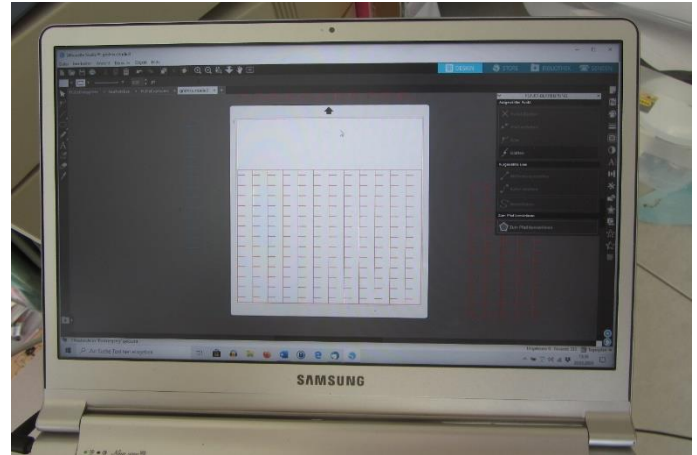
Samstag, 8. März 2020

Heute habe ich die LED-Streifen, die es nun geschafft haben, anzukommen, ausgepackt und einige Beispielprogramme auf 12 LEDs laufen gelassen. Doch zuvor musste ich noch ein altes 5-Volt-Netzteil bearbeiten, da mein Arduino nicht genug Strom hätte liefern können. Nachdem ich also den Stecker abgeschnitten, die Kabel an den Enden abisoliert und verzinnt hatte, konnte ich es in ein Breadboard einstecken und so dem LED-Streifen Strom geben. Ein Teil des Beispielprogrammes war ein Regenbogen. Diesen fand ich so schön, dass ich den dazugehörigen Code in ein neues, separates Programm kopierte und das dann auf das Arduino lud. Dann fertigte ich die LED-Matrix, die man rechts auf dem Bild sehen kann, an und verband alles miteinander. Bevor meine Mutter in den Bastelladen in unserem Dorf ging, bat ich sie, falls vorhanden, schwarzen Karton zu kaufen. Doch leider hatte es keinen, jedoch schenkte die Verkäuferin ihr drei Bogen normalen Karton, der zwischen dem Papier, welches sie dort verkaufen, bei der Lieferung als Schutz diente. Nun müssen wir ihn noch schwarz anmalen, damit er nicht reflektiert.



Dienstag, 10. März 2020

Heute habe ich die Buchstabenfolie fertig gestellt. Jedoch brauche ich die erweiterte Version des Silhouette Studio, um direkt die .svg-Datei zu öffnen. Also fragte ich meinen Vater, ob er weiss, ob man es anders machen kann. Zwar gab es eine andere Lösung, jedoch blieb die Oberfläche nach dem Öffnen weiss. So kam es, dass ich am Abend das ganze Raster in die Software für den Plotter am Computer von meinem Vater übertrug. Ich arbeitete am Computer meines Vaters, weil die Software meiner Meinung nach nicht gut geschrieben wurde. Wenn ich am Laptop versuchte, ein Objekt zu verschieben, brauchte es einiges länger und es war auch ein wenig verzögert. Ebenfalls war der eingebaute Grafikchip meist zu 75% ausgelastet und der Laptop wurde schnell sehr warm.



Das Raster in der Software für den Plotter

Samstag, 28. März 2020

Heute habe ich das Raster angefertigt. Jedoch stellte ich ihn nicht wie eigentlich gedacht aus schwarz bemaltem Karton her, sondern aus dickem, schwarzen 360er Papier. Dafür erstellte ich ein Rechteck und fügte an der richtigen Position kleine Rechtecke ein und subtrahierte diese von dem grossen Rechteck. Dies tat ich ein zweites Mal, nur machte ich das Rechteck einen Millimeter kürzer. Die fertige Datei sendete ich an den Plotter, der mir die Teile dann ausschnitt. Als alles fertig ausgeschnitten war, begann der anspruchsvolle Teil: der Plotter konnte die 0,5 mm grossen Abstände nicht richtig schneiden. Also musste ich diese per Hand nachschneiden, was ein Total von 338 Schnitten ergab. Das war nicht gerade angenehm. Anschliessend fügte ich die einzelnen Teile zum fertigen Raster zusammen. Das beanspruchte mehr Zeit, als ich gedacht habe. Der Grund dafür ist, dass jeder Ausschnitt genau an der richtigen Stelle sein muss, und ich so fast alle Ausschnitte einzeln ausrichten musste.



Der Plotter, der gerade die einzelnen Teile ausplottet

Freitag, 24. April 2020

Heute habe ich mich hinter den Bildschirm gesetzt und habe den Code, den ich online gefunden hatte, abgeändert, sodass die Uhr auch das richtige anzeigt. Dazu musste ich die Positionen der Buchstaben von fast allen Wörtern abändern. Dabei vertat ich mich sehr oft, weil ich immer wieder von der falschen Seite begann, obwohl ich mir extra die Verbindungen aufgezeichnet habe. Doch schliesslich gelang es mir, alles richtig einzusetzen. Dann ging es an die Bearbeitung des restlichen Codes. Der Verfasser des eigentlichen Codes hat ihn weder einfach noch übersichtlich geschrieben, deshalb verbesserte ich das. Mit einiger Hilfe aus dem Internet gelang es mir am späten Abend dann, dass die Uhr nun endlich funktioniert. Jedoch ist mir aufgefallen, dass ich das Interview immer noch nicht gemacht habe.



Das Raster im Rahmen verbaut

Samstag, 26. April 2020

Heute habe ich die Buchstaben aus der Folie plotten lassen. Dazu schnitt ich zuerst ein Stück Folie mit einer Länge von 22 cm ab, lud die Vorlage auf den Laptop und sendete das an den Plotter, der mir dann die Buchstaben ausschnitt/ausplottete. Nachdem der Plotter fertig war und ich die Folie ihm entnahm, kam ein weiterer sehr schwieriger Teil: denn die Buchstaben mussten von der Folie genommen werden. Da die Buchstaben, wie zum Beispiel das A, Innenteile besitzen, die ich weder wegnehmen noch verschieben sollte, wurde das sehr anstrengend, wenn man das mit 144 Buchstaben machen muss. Zudem sind sehr viele Buchstaben mit Innenteilen vorhanden. Nachdem diese anspruchsvolle Arbeit vorüber war, kam ein weiterer heikler Schritt: das Übertragen der Folie auf die Plexiglasscheibe. Denn zuerst musste ich die Folie auf eine Transferfolie kleben und anschliessend zog ich den Schutz der Folie ab, ohne dabei die kleinen Innenteile zu verlieren. Dann konnte ich die Folie auf das Plexiglas kleben und die Transferfolie entfernen. Nun sieht die Uhr schon fast fertig aus.

Montag, 25. Mai 2020

Heute habe ich die Uhr fertig gestellt. Ich habe dazu alle notwendigen Kabel zugeschnitten, verzinnt und an der richtigen Stelle angelötet. Dabei hatte ich einige Probleme mit dem LötKolben. Jedoch ging es nach einigen Tipps von meinem Vater gut. Anschliessend habe ich das RTC-Modul und die Stromplatine, die ich zuvor angefertigt habe, mit Heissleim auf die Rückplatte des Rahmens geklebt. Das Arduino habe ich mit doppelseitigem Klebeband befestigt, damit ich es wegnehmen kann, falls ich etwas ändern möchte.

4 Interview

Das Interview durfte ich mit Michael Koster von der Zühlke in Schlieren durchführen. Herr Koster ist Applikationsentwickler.

Um Sie zuerst ein wenig in mein Projekt einzuführen: Ich mache als mein Projekt eine Wörteruhr, das ist eine quadratische Uhr, die mir die Uhrzeit in Wörtern anzeigt, anstatt wie normalerweise mit Zeigern. Wissen Sie, was ich meine?

Herr Koster: Ja, ich habe auch schon solche Uhren gesehen.

Dazu habe ich noch einige Fragen. Zuerst werde ich jedoch einige allgemeine Fragen stellen und dann einige zu meinem Projekt.

Zur ersten Frage: **Wie würden Sie Schritt für Schritt vorgehen, wenn Sie einen Auftrag von einem Kunden bekommen?**

Herr Koster: Ich würde als allererstes die Anforderungen des Kunden aufnehmen: was muss ich überhaupt können.

Dann würde ich beginnen, das System zu designen und aufzuzeichnen:

- was muss ich in der Elektronik machen,
- was muss ich in der Software machen,
- was muss ich in der Hardware machen,
- Systemübersicht und Architektur zeichnen.

Dann sollte man noch etwa abschätzen, wie viel Zeit alles brauchen wird. Wenn ich alle Informationen habe, kann ich beginnen, alles entsprechend umzusetzen.

Die wichtigen Sachen macht man zuerst. Man beginnt mit dem, was am meisten Zeit braucht oder wo man das höchste Risiko sieht, dass etwas schiefgehen könnte.

Vielleicht ist noch nicht klar, was und wie man es machen kann. Vielleicht muss man auch zuerst noch ein paar Prototypen bauen, um gewisse Kernkonzepte zu validieren und dann die beste Variante auswählen.

Können Sie Kundenwünsche immer voll erfüllen? Und wenn nicht, wie gehen Sie dann mit dem Kunden um?

Herr Koster: Es kommt schon vor, dass Kunden etwas haben möchten, das nicht umsetzbar ist oder nicht im Kostenrahmen liegt.

Dann muss man ehrlich und offen kommunizieren, nach dem Motto: Das können wir nicht umsetzen, wir haben Variante A und Variante B. Dann soll der Kunde entscheiden, was für ihn die bessere Lösung ist.

Man sollte immer im Interesse des Kunden handeln, sodass er den meisten Mehrwert hat für das Geld, das er investieren will. Aber es kommt selten vor, dass man etwas gar nicht umsetzen kann. In der Regel finden wir eine Lösung, wie wir die Kundenwünsche umsetzen können, einfach nicht so wie er sich das ursprünglich vorgestellt hat.

Oftmals gibt es auch einen Konkurrenzkampf, wie bestehen Sie gegen Mitbewerber?

Herr Koster: Wenn es unsere Leute in der gleichen Zeit schaffen wie andere, ist unsere Qualität besser. Am wichtigsten ist, dass wir vor allem unseren Kunden verstanden haben. Wir geben ihm das was er braucht und nicht was er bestellt hat.

Was ist in einem Projekt wichtig, ist es der Zeitfaktor, der Preis oder die Qualität?

Herr Koster: Das kommt auf das Projekt an. Häufig ist der Preis relevant. Jedoch sollte die Qualität immer hoch genug sein, dort möchte man keine Abstriche machen.

Üblicherweise ist die Zeit an den Preis gekoppelt. Es gibt das bekannte Dreieck mit Anzahl Personen, Preis und Zeit. Man kann an einer Ecke ziehen, dann verschieben sich die anderen. In der Mitte ist immer die Qualität. An der Qualität wollen wir nicht rütteln, wir wollen gleich hohe Qualitäten liefern. Wenn wir etwas beeinflussen können, dann ist es meistens bei dem Funktionsumfang. Dann kommunizieren wir, dass man auf einen gewissen Zeitpunkt nicht alles bekommt, was man sich wünscht.

Was machen Sie, wenn Sie Probleme haben, einen Auftrag mit eigenen Mitteln auszuführen, können Sie da bei Partnerfirmen Hilfe holen?

Herr Koster: Wir haben einen Pool von etwa 1000 Personen, die international verteilt sind. Wenn diese keine Kapazität haben, haben wir Partnerorganisationen, die gewisse Aufgaben übernehmen können. Im schlechtesten Fall lehnen wir ein Projekt auch ab, wenn wir die Ressourcen nicht haben, um es umsetzen zu können.

Das ist ein Teil der Auftragsannahme zu ermitteln, ob wir die Ressourcen haben und ob die richtigen Personen zur richtigen Zeit verfügbar sind, um das Projekt erfolgreich umsetzen zu können. Wenn wir zu wenig Personal haben kann es vorkommen, dass wir einen Auftrag erst gar nicht annehmen, weil wir ihn nicht umsetzen können.

Kommt es auch vor, dass Sie Mehrkosten oder Mehraufwände geltend machen müssen?

Herr Koster: Ja, das kommt immer wieder vor. Entweder wenn wir uns verschätzt haben und wir das glaubwürdig nachweisen können, dass die Mehraufwände und -kosten notwendig waren, ist das meistens kein Problem. Immer wieder kommt es vor, dass Kunden mehr wollen, als ursprünglich ausgemacht war, dann gibt es meist nicht zu viel zu diskutieren. Dann sind das entsprechende Change-requests, die nachher extra verrechnet werden. Jedoch gibt es manchmal Diskussionsbedarf: was müssen wir übernehmen, weil wir uns verschätzt haben und was übernimmt der Kunde, weil er mehr oder etwas anderes möchte, was er eigentlich bestellt hat.

Kommt es häufiger vor, dass Sie sich verschätzen oder verschätzen sich eher die Kunden?

Herr Koster: In der Regel will der Kunde plötzlich mehr. Einmal ist es vorgekommen, dass der Kunde bemerkt hat, dass sich sein Fokus geändert hat und dann das entsprechend Projekt abgeändert hat. Das hat dann zu Mehrkosten und -aufwänden geführt. Das ist nicht unüblich, das kommt immer wieder vor. Dass wir uns verschätzen, da arbeiten wir daran, dass es nicht vorkommt. Das ist eher eine Ausnahme. Es kann aber auch vorkommen, dass wir uns absichtlich verschätzen, wenn wir aus strategischen Gründen einen Auftrag günstiger anbieten als er eigentlich wäre, damit wir den Auftrag auch bekommen.

Nun noch einige Fragen zu meinem Projekt: ich weiss nicht so recht, was ich für ein Netzteil wählen sollte. **Wäre es besser, auf das absolute Maximum zu gehen, was schnell teuer werden kann, oder kann man auch mit dem erwarteten Maximum und ein wenig Reserven durchkommen?**

Herr Koster: Das kommt auf die Risikobetrachtung an. Ich würde ein System grundsätzlich so auslegen, dass die Spannungsversorgung so dimensioniert ist, dass sie den maximalen Strombedarf, welchen das System potenziell benötigt, decken kann.

Aus Kostengründen kann man auch, wenn man einigermaßen sicher ist, dass man das absolute Maximum – sprich wenn sämtliche LEDs leuchten - nie erreichen wird, mit dem erwarteten Maximum durchkommen. Man sollte jedoch bei Übertretung entsprechende Schutzmassnahmen einplanen.

Nun noch eine letzte Frage: **Falls Sie sich mit Arduinos auskennen, wie kann man am besten den Speicherplatz optimieren?**

Herr Koster: Zuerst sollte man ausrechnen, wie viel Speicher man überhaupt braucht. Datenstrukturen abschätzen, wie viele Objekte und Instanzen von welchem Typ brauche ich. Sollte es knapp werden oder nicht ausreichen, kann man die Datenstrukturen so bearbeiten und verkleinern, dass alles Platz hat.

Doch zuerst muss man wissen, wie viel man überhaupt zur Verfügung hat, ob man überhaupt optimieren muss. Das ist immer eine Abwägung zwischen Algorithmen anpassen und Ressourcenverbrauch. Bei der Codegrösse denke ich nicht, dass es da Probleme geben wird. Meistens sind es die Daten, die knapp werden.

Okay, das waren alle meine Fragen. Danke, dass Sie sich Zeit genommen haben, auf Wiedersehen.

Herr Koster: Das habe ich gern gemacht. Auf Wiedersehen.

5 Fazit

Ich finde, das Projekt ist mir gelungen. Die Uhr zeigt zuverlässig die Zeit an und hat einige Nachrichten eingebaut, zum Beispiel wünscht sie mir um viertel nach neun abends «Gute Nacht» und begrüsst mich am Morgen. Der Code ist übersichtlich und die Verkabelung sieht gut aus. Die Taster zum einfachen Umstellen der Zeit konnte ich nicht einbauen. Wenn ich für jemand anderen eine solche Uhr bauen würde, werde ich einen solchen Taster einbauen. Die Lötstellen sehen, trotz einigen Problemen anfangs, schön aus. Das Arbeiten an diesem Projekt hat mir sehr viel Spass bereitet. Ich bin auch stolz darauf, dass eine funktionierende Wörteruhr entstanden ist, die auch schon jemand bei mir «bestellt» hat.

Ich habe viel Zeit in mein Projekt investiert und bin oft in der Freizeit in der Werkstatt gewesen.

Ich konnte immer wieder meinen Vater um Rat fragen. Er half mir beim Bestellen von Materialien und hatte immer gute Ideen. Auch in Diskussionen am Esstisch mit verschiedenen Personen kamen gute Vorschläge.

Ich habe zuerst das Material besorgt und dann gearbeitet. Bei Problemen habe ich mir Hilfe geholt und sie so fortlaufend gelöst.

Den Aufwand für den schriftlichen Teil habe ich unterschätzt. Ich musste am Schluss noch einen Endspurt hinlegen. Auch das Layout und das Zusammenfügen zu einem Dokument war nicht sehr leicht. Am Ende habe ich aber auch das mithilfe von Tipps beenden können. Für ein nächstes Mal werde ich früher mit der schriftlichen Arbeit starten und genauer lesen, was ich alles schreiben muss.

Meine Ziele habe ich weitgehend erreicht. Wenn ich mir meine Wörteruhr anschau, bin ich mit dem Resultat sehr zufrieden. Die Steuerung funktioniert und die Luftblasen zwischen der Folie und der Plexiglasscheibe sieht man nur, wenn man sich darauf achtet. Ich habe zwar versucht, diese zu entfernen, doch einige wollten nicht weg, egal was ich versuchte. Ich hätte dieses Problem teilweise vermeiden können, indem ich die Folie etwas grösser als die Plexiglasscheibe gemacht hätte.

Gearbeitet habe ich vorwiegend in der Werkstatt in unserem Keller. Dort konnte ich mein Material liegen lassen und weiterarbeiten, wenn ich Zeit hatte.

Ich habe mich für eine rollende Planung entschieden, deshalb kann ich zur Planung nichts viel aussagen. Bei einem nächsten Projekt werde ich jedoch alles genauer planen, bevor ich beginne zu arbeiten. Ich habe gemerkt, dass die rollende Planung einige Nachteile hat. Andererseits musste ich flexibel sein wegen der Ankunftszeiten und -daten, denn ein 2 Meter langer LED-Streifen hätte in der Schweiz um die Fr. 200.- gekostet und in China kosteten 5 Meter des gleichen Streifens nur Fr. 20.- und von China brauchen Produkte schnell 2 Wochen, um anzukommen.

Es ist schwierig, einen Gesamtpreis für die Uhr zu berechnen. Zum Teil habe ich Material für mehrere Uhren bestellen müssen. Mithilfe einer groben Schätzung komme ich etwa auf knapp 100 Franken für eine Uhr. Die Uhr, die mich auf die Projektidee brachte, kostete etwa 400 Franken. Das heisst, ich konnte den Preis deutlich reduzieren.

6 Quellenangaben

<https://www.instructables.com/id/Word-Clock-2/>

<https://starthardware.org/viele-leds-mit-arduino-steuern-ws2812/>

Diverse Online-Shops, sowie Conrad und AliExpress

7 Anhang