

QLOCKTWO-Bauanleitung

Diese Anleitung gehört:

Die QLOCKTWO wurde gebaut
vom:

bis:

To-Do's:

Autor: Christian Aschoff, caschoff@mac.com
Version 1.0 vom 10.3.2011



CC BY-NC-SA 3.0:
Namensnennung-
Nicht-kommerziell-
Weitergabe unter gleichen
Bedingungen 3.0

Sie dürfen:



das Werk bzw. den Inhalt
vervielfältigen, verbreiten und
öffentlich zugänglich machen



Abwandlungen und
Bearbeitungen des Werkes bzw.
Inhaltes anfertigen

Zu den folgenden Bedingungen:



Namensnennung - Sie müssen den
Namen des Autors/Rechteinhabers
in der von ihm festgelegten Weise
nennen.



Keine kommerzielle Nutzung - Dieses
Werk bzw. dieser Inhalt darf nicht für
kommerzielle Zwecke verwendet werden.



Weitergabe unter gleichen Bedingungen -
Wenn Sie das lizenzierte Werk bzw. den
lizenzierten Inhalt bearbeiten oder in anderer
Weise erkennbar als Grundlage für eigenes
Schaffen verwenden, dürfen Sie die daraufhin
neu entstandenen Werke bzw. Inhalte nur
unter Verwendung von Lizenzbedingungen
weitergeben, die mit denen dieses
Lizenzvertrages identisch oder vergleichbar
sind.

Vorwort



Diese Bauanleitung beschäftigt sich mit dem Bau einer sogenannten „Wortuhr“. Die Vorlage für diese Wortuhr ist die „QLOCKTWO“ der Firma Biegert & Funk, die als Erfinder dieses Uhrentyps gelten dürften.

Die Firma Biegert & Funk hat mit großer Wahrscheinlichkeit nicht nur einen erheblichen Entwicklungsaufwand betrieben, um diese Uhr zu entwerfen, sondern auch ein Geschmacksmuster auf die Frontplatte oder das ganze Design angemeldet.

Ich möchte daher ausdrücklich darauf hinweisen: Diese Anleitung ist dafür gedacht, eine Wortuhr im QLOCKTWO-Stil für den eigenen Gebrauch „zu Hause“ zu bauen und dabei eine Menge über das sogenannte „physical computing“, also die Verbindung von Kleinstcomputern (Microcontrollern) und der realen, physischen Welt zu lernen. Sie ist nicht dafür gedacht (und daher ist es über die Lizenz ausgeschlossen) irgendwelche kommerziellen Produkte zu unterstützen oder QLOCKTWOs für den Verkauf zu bauen. Ich lehne jedwelche Anfragen im Sinne von „Das Original ist so teuer, können Sie mir nicht eine bauen? Ich bezahle auch das Material!“ ab.

Nach diesen ernsten Worten noch ein paar zu anderen Dingen:

Diese Anleitung geht davon aus, daß der QLOCKTWO-Bauer seinen Kopf einschaltet und eigenständig mitdenkt. Es wird dringend empfohlen, die Anleitung zuerst ganz durchzuarbeiten und erst dann mit dem Bestellen von Bauteilen zu beginnen. Am besten liest man die Anleitung vor dem Bestellen ein zweites Mal durch - so lange, bis sich keine offenen Fragen mehr ergeben. Viele Dinge sind optional oder lassen sich austauschen: die günstigen weißen LEDs durch tolle, hellere „Superflux“ LEDs mit größerem Abstrahlwinkel, die schwarze Folie durch eine rote, den schwarzen Ribba-Rahmen gibt es auch in weiß etc.

Und noch eine Anmerkung zu der Frontplatte: es hat sich herausgestellt, daß der einfachste Weg zu einer schönen Frontplatte eine geplottete Folie aus dem Werbefachhandel ist. Diese Folien sind keine Folien wie man sie in den Laserdrucker oder Tintenstrahldrucker legen kann, sondern Folien, die mit sogenannten Folienplottern geschnitten werden. Das bedeutet, ein Gerät wie eine CNC-Fräse steuert ein Messer, das dann aufgrund der Vektorangaben in der Zeichnung die Folie einschneidet. Aber nur soweit, daß die Trägerfolie nicht mit eingeschnitten wird. Im Prinzip so, als würde man mit einem Skalpell einen Aufkleber oder eine d-c-fix-Folie einritzen. Dann kann man die Folie mit Hilfe einer zweiten Trägerfolie, dem "Application-Tape" auf die Scheibe kleben. Diese Folien können die meisten Digitaldruckereien herstellen. Wenn man mit denen aushandelt, daß man die Buchstaben selbst auslöst, wird es bezahlbar.



Möge die Macht mit Dir sein!

Na dann: LötKolben vorwärmen und los! Oder wie Yoda sagen würde:

Sicherheitshinweise



Der Bau einer QLOCKTWO ist gefährlich. Teppichmesser, Skalpelle, Glaskanten und Bohrer sind scharf. SMD-Pinzetten und Bohrer sind spitz. Durch das Abwickeln der Beine von Bauteilen fliegen Drahtstücke durch die Gegend. Diese sind schädlich für die Augen.



Während dem Aufbau ist überall ein Haufen Spannung und Strom. Bei einer QLOCKTWO mit Steckernetzteil oder Akkubetrieb (die empfohlenen Varianten) ist das kein Problem. Bei dem Einbau eines internen 220 Volt-Netzteils besteht Lebensgefahr.



LötKolben, Heißklebepistole, Heißkleber und Heißluftpistolen sind genau das: sehr heiß. Reinigungsmittel, insbesondere Isopropanol sind leicht entzündlich.

Fazit: Der Bau einer QLOCKTWO ist in jeder Hinsicht gefährlich. Es ist ratsam, eine Schutzbrille, Handschuhe und ein Erste-Hilfe-Set parat zu haben.



Lötdämpfe, Reinigungsmittel, Schleifstaub, Kleber, Farbe etc. sind eigentlich immer Gesundheitsschädlich.



Die Matrix wird hochfrequent angesteuert und gibt dabei Störimpulse in Form von Radiowellen ab. Das Stört den DCF77-Empfänger, ein Problem, das wir lösen werden. Um andere Dinge, die gestört werden (Herzschrittmacher etc.) muß sich jeder selbst kümmern.



Die Matrix besteht aus sehr hellen „super bright“ LEDs, und davon einer ganzen Menge. Niemals direkt in die LED sehen, insbesondere, wenn während dem Aufspielen der Firmware einzelne LEDs aufgrund von Datenmüll in den Shift-Registern ohne Multiplexing leuchten.



Und? Mann oder Memme? Eben. Das Leben als Tüftler und an sich ist gefährlich, also Kopf einschalten, mitdenken, besonnen arbeiten und loslegen!

Versionshistorie

V 1.0 10.3.2011 Erstellt.

Links

Aktuelle Firmware etc.: <http://code.google.com/p/grosses-bastelwochenende/>
Blog des Autors: <http://christians-bastel-leben.blogspot.com/>

Arduino: <http://www.arduino.cc/>
Jee-Labs (RBBB): <http://jeelabs.org/>

Reichelt: <http://www.reichelt.de/>
Pollin: <http://www.pollin.de/>

Materialliste

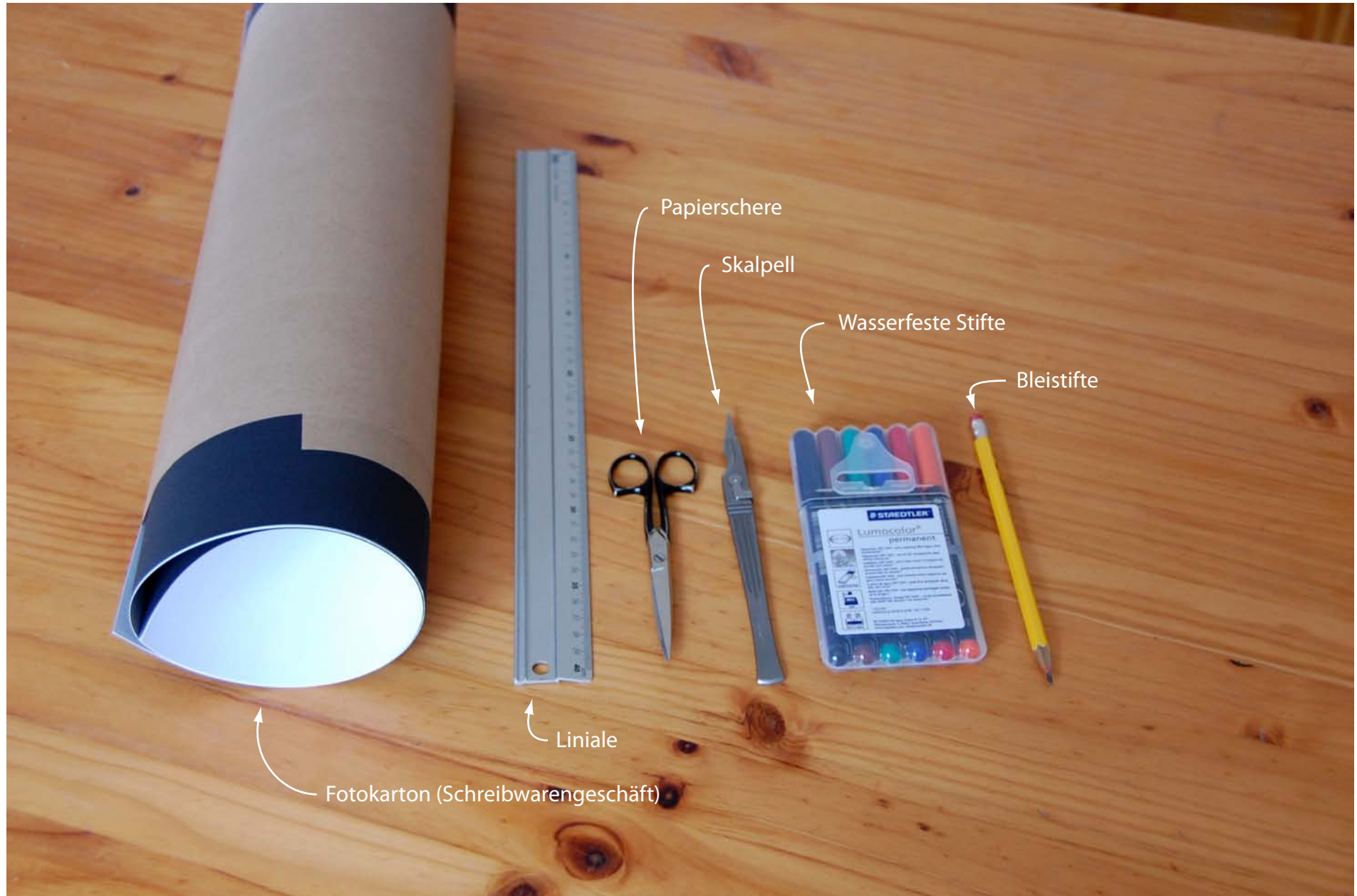


Der Ribba-Rahmen versteht sich von selbst (IKEA).

Materialliste (fortgesetzt)



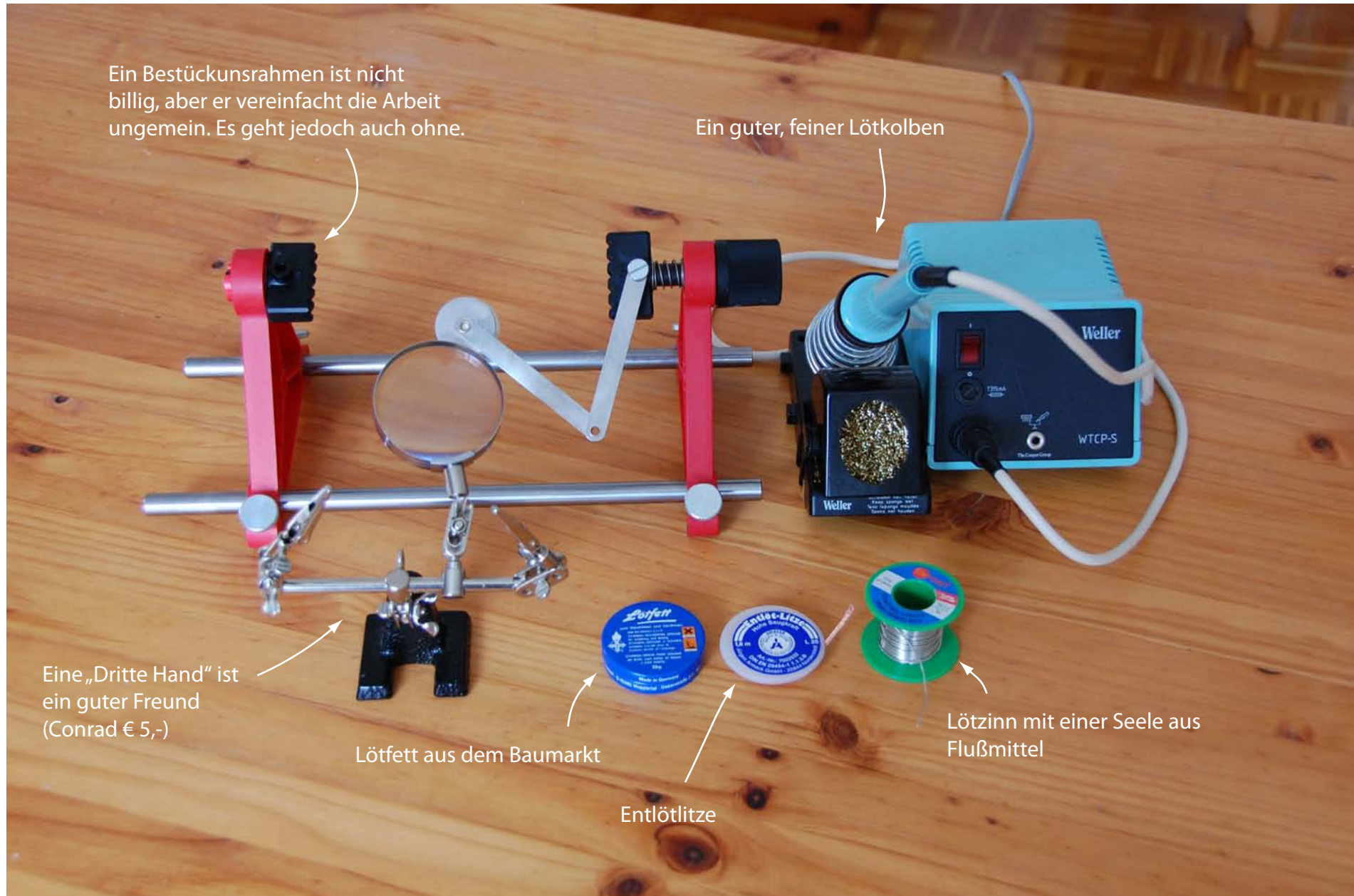
Materialliste (fortgesetzt)



Materialliste (fortgesetzt)



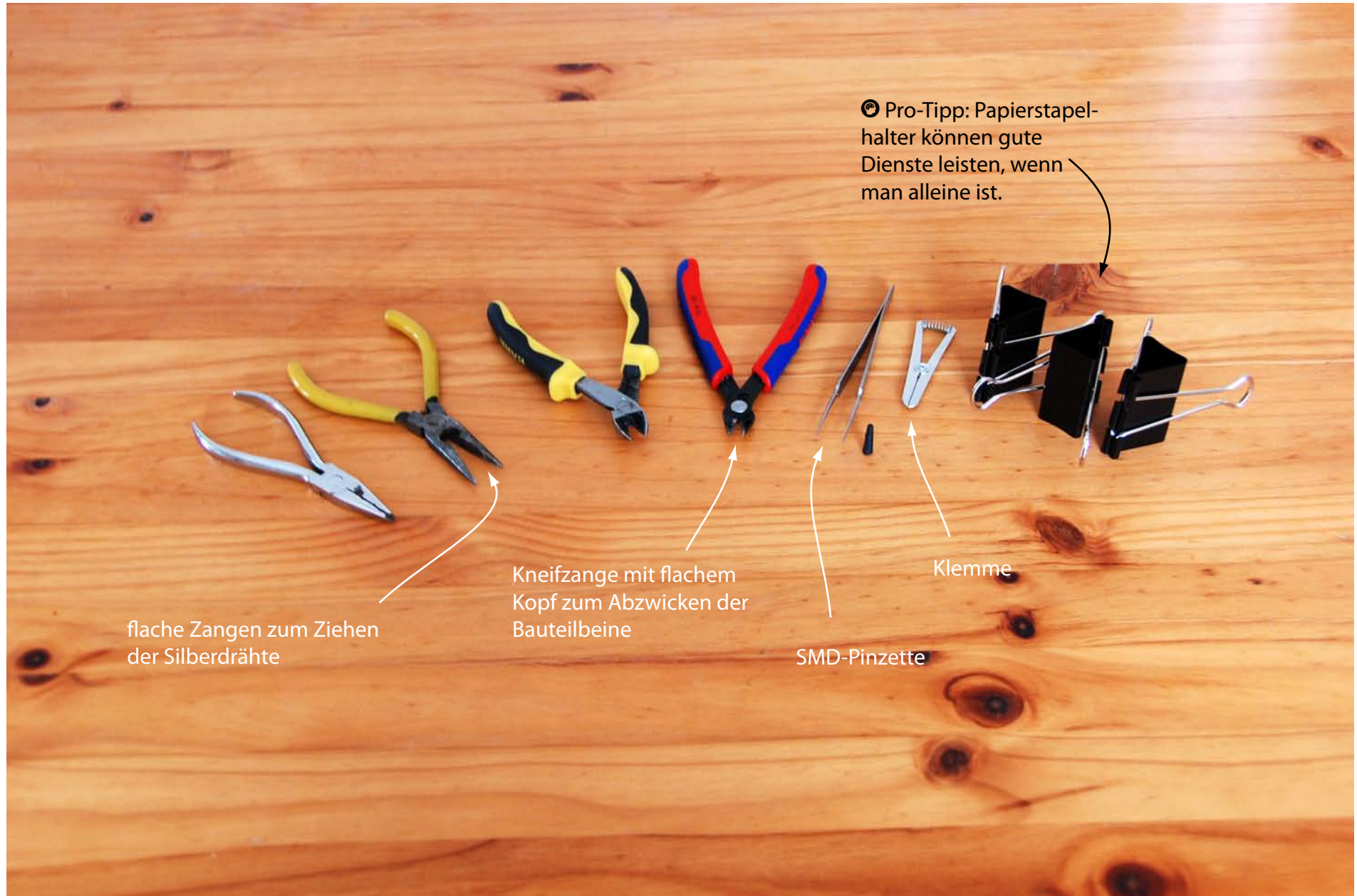
Materialliste (fortgesetzt)



Materialliste (fortgesetzt)

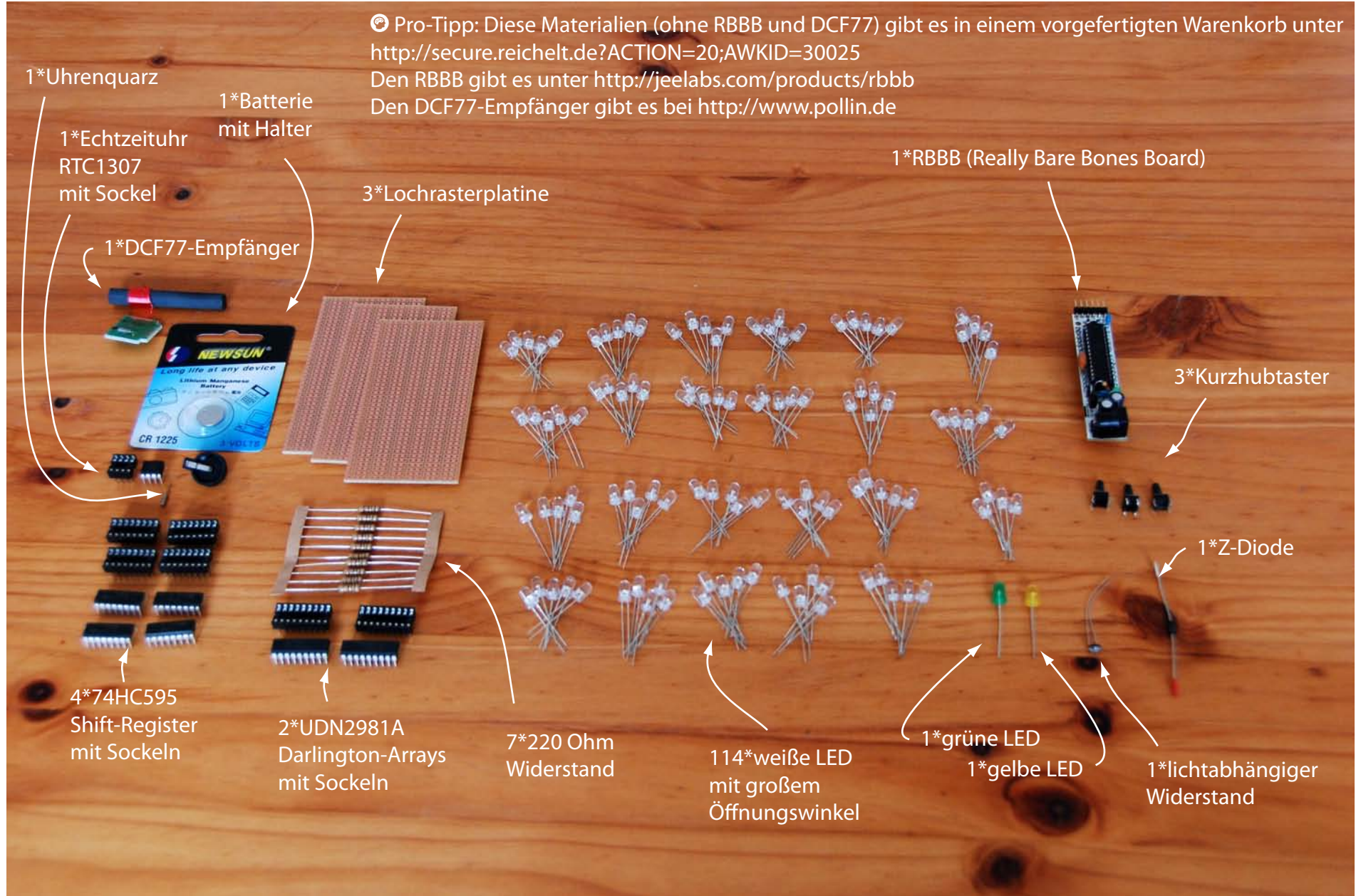


Materialliste (fortgesetzt)



Materialliste (fortgesetzt)

© Pro-Tipp: Diese Materialien (ohne RBBB und DCF77) gibt es in einem vorgefertigten Warenkorb unter <http://secure.reichelt.de?ACTION=20;AWKID=30025>
Den RBBB gibt es unter <http://jeelabs.com/products/rbbb>
Den DCF77-Empfänger gibt es bei <http://www.pollin.de>



Materialliste (fortgesetzt)

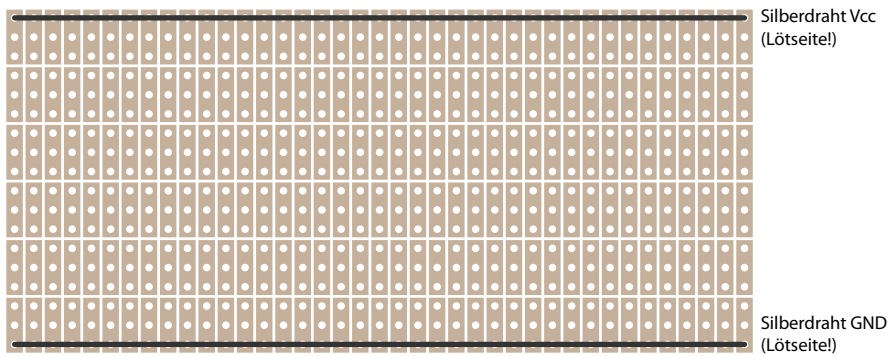
Art. Nr.	Bezeichnung	Einzelpreis	Menge	Preis
0,032768	Mini Uhrenquarz, 0,032768 MHz, TC38	0,15 €	1	0,15 €
1/4W 220	Kohleschichtwiderstand 1/4W, 5%, 220 Ohm	0,10 €	10	0,33 €
74HC 595	IC-SCHALTUNG	0,30 €	4	1,18 €
A 906011	Fotowiderstand	0,95 €	1	0,95 €
APS 300	Stecker-Schaltnetzteil, max 600 mA, "EuP" konform	7,35 €	1	7,35 €
CR 1225	Lithium-Knopfzelle, 3 Volt, 38 mAh, 12,5x2,5mm	0,75 €	1	0,75 €
DS 1307	Real Time Clock I ² C 56B NV SRAM, DIP-8	2,35 €	1	2,35 €
GS 16	IC-Sockel, 16-polig, doppelter Federkontakt	0,050 €	4	0,20 €
GS 18	IC-Sockel, 18-polig, doppelter Federkontakt	0,060 €	2	0,12 €
GS 8	IC-Sockel, 8-polig, doppelter Federkontakt	0,040 €	1	0,040 €
H25PS050	Punkt-Streifenrasterplati. Hartpapier, 50x100mm	0,81 €	3	2,43 €
KZH 12-1	Knopfzellenhalter für Ø 12 mm	1,05 €	1	1,05 €
LED 5-05000 WS	LED, 5mm, ultrahell, farblos, klar, weiß	0,24 €	114	27,36 €
SILBER 0,6MM	Silberdraht, Ø 0,6mm, Länge: 10M	1,75 €	1	3,50 €
SLH 56 GE	LED, 5mm, superhell, eingefärbt, klar, gelb	0,080 €	1	0,080 €
SLH 56 GN	LED, 5mm, superhell, eingefärbt, klar, grün	0,070 €	1	0,070 €
STECKBOARD DBS	Steckbrücken-Drahtbrücken-Set	3,80 €	1	3,80 €
TASTER 3301D	Kurzhubtaster 6x6mm, Höhe: 12,5mm, 12V, vert.	0,16 €	3	0,48 €
UDN 2981 A	Source Driver, DIL-18	1,75 €	2	3,50 €
ZF 3,0	Zener-Diode 0,5W 3,0V	0,040 €	1	0,040 €
1/4W 22K	Kohleschichtwiderstand 1/4W, 5%, 22 K-Ohm	0,10 €	10	0,33 €
			Gesamt:	56,06 €

Die Artikelnummern sind die von der Firma Reichelt. Zusätzlich brauchen wir von Ikea, Pollin und Jee-Labs

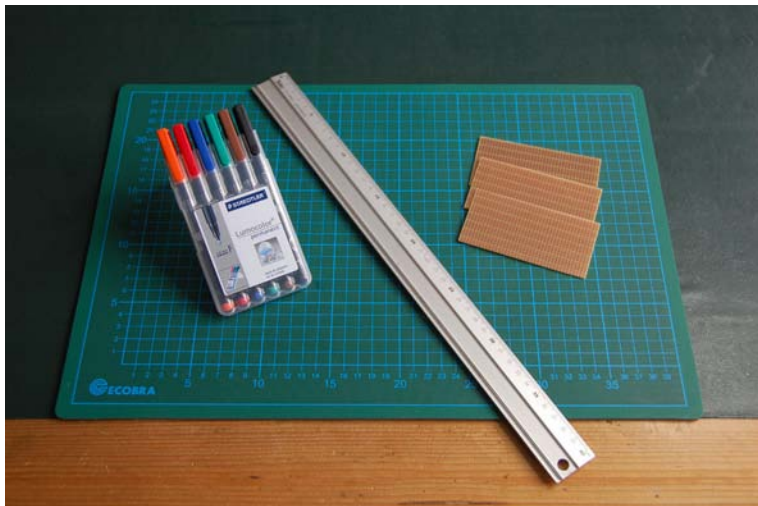
	Ribba-Rahmen	15,99 €	1	15,99 €
810 054	DCF-Empfangsmodul DCF1	4,95 €	1	4,95 €
RBBB	Really Bare Bones Board	13,50 €	1	13,50 €
			Gesamt:	90,50 €

Dazu kommt dann natürlich noch Kleinkruscht: Fotokarton, Verbrauchsmaterial wie Lötzinn, Litze etc.

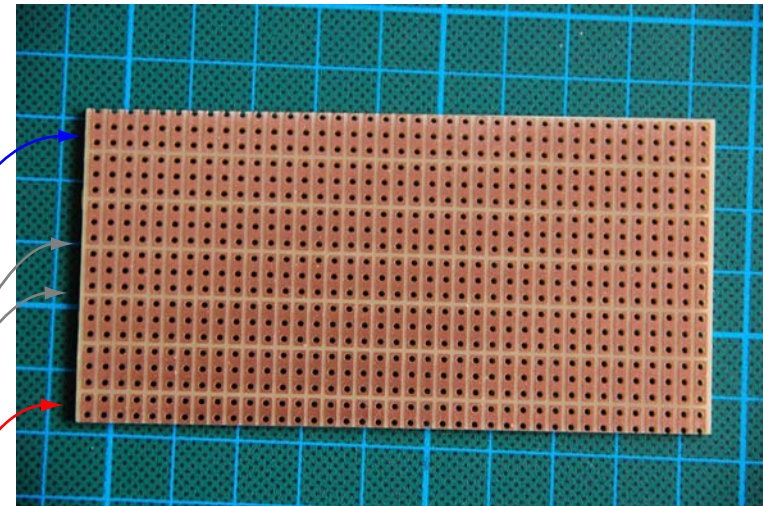
Vorbereiten der Lochrasterplattenen



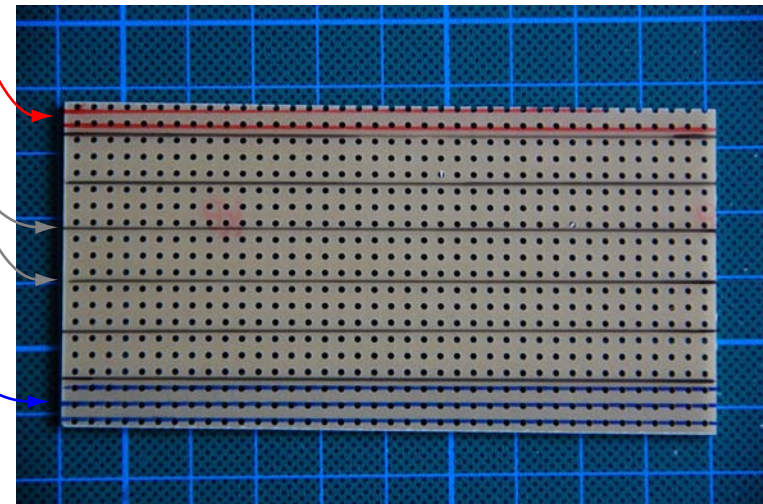
In den schematischen Darstellungen für die Verdrahtung der Platinen sind die Lochrasterplattenen „ideal“ dargestellt. Jede Reihe hat immer drei Löcher.



Damit wir uns nachher einfacher auf der Platinenseite zurechtfinden, die kein Kupfer hat, zeichnen wir uns Markierungen auf die Platine. Dazu eignen sich Permanent-Marker und ein Lineal.



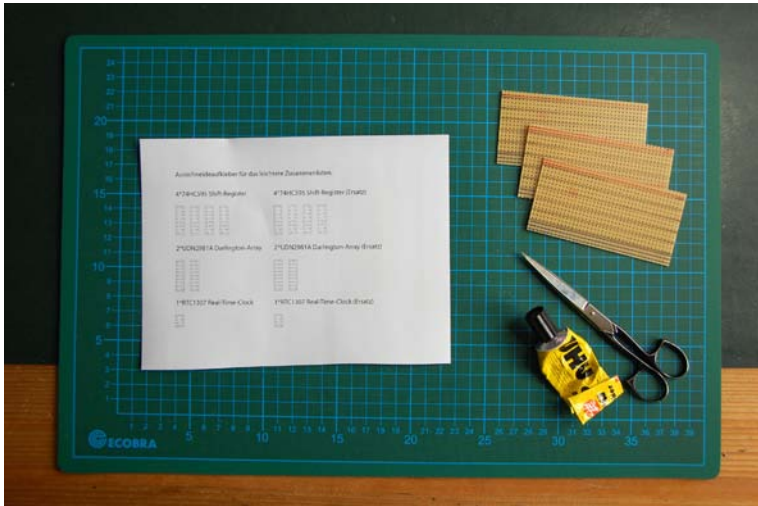
In der Realität sieht das anders aus. Bei dem Beispiel oben hat die obere Reihe fast immer drei Löcher, die untere hat aber nur zwei Lochreihen. Das ist leider bei fast jeder Platine ein bisschen anders.



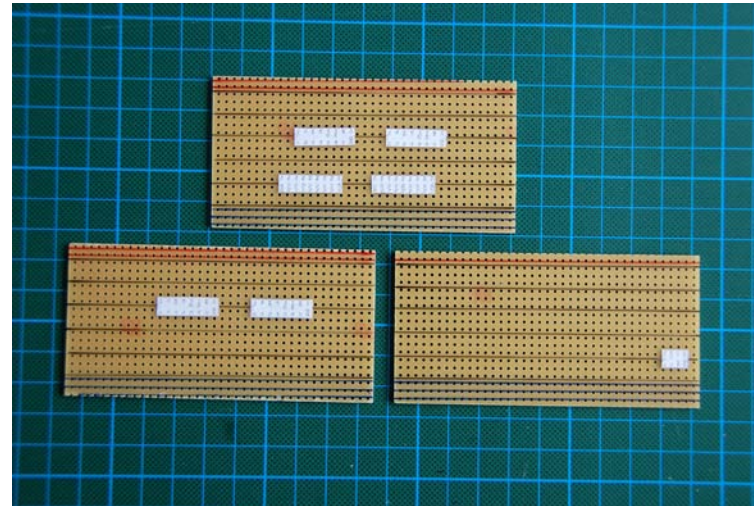
Wir ziehen rote Linien für die Kontaktflächen, die später durch den Silberdraht zu Vcc ("Voltage of the common collector" - Plus) verbunden werden und blaue Linien durch diejenigen, die später mit dem Silberdraht zu GND werden (Ground, wie der Fachmann sagt). Die dazwischenliegenden Dreierreihen werden mit schwarzen Linien abgetrennt.

Reihe GND
Zwischenlinie
Reihe Vcc

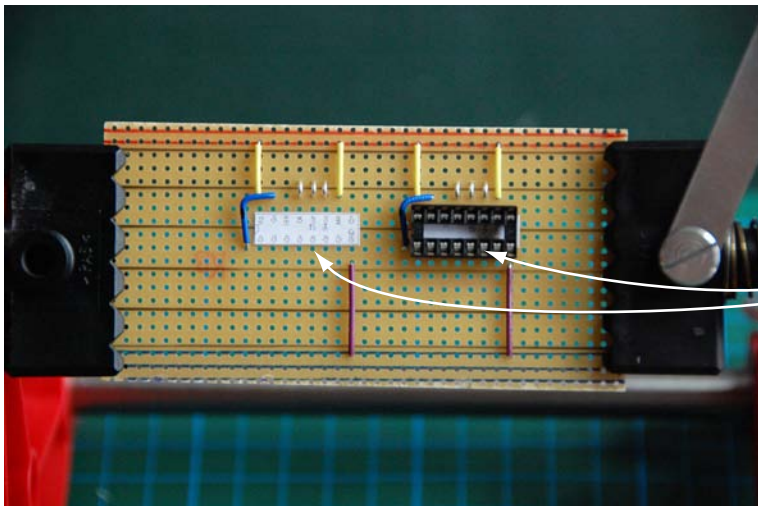
Vorbereiten der Lochrasterplatinen (fortgesetzt)



Damit man sich bei der Verkabelung der Lochrasterplatinen nicht vertut, klebt man kleine Chip-Vorlagen auf.



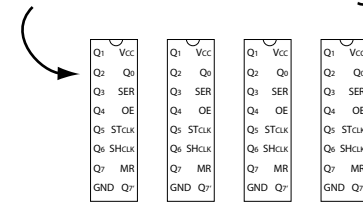
Dafür braucht man die Vorlage vom 74HC595 Shift-Register 4 mal, die von dem UDN 2981A Darlington-Array 2 mal und die von der RTC1307 Echtzeituhr 1 mal. Die Positionen findet man auf den schematischen Verkabelungsplänen von dem Kathoden-Multiplexer, Anoden-Multiplexer und der Steuerplatine (auf den folgenden Seiten).



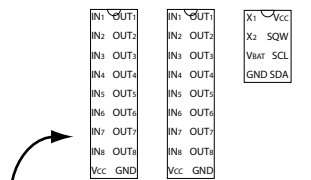
Achtung! Die Aufkleber sind kleiner als der Chip, da ja die Beine vom Chip bzw. der Fassung noch außen herum passen müssen.

Achtung! Die Aufkleber haben die gleichen kleinen „Nasen“ wie die Chips. Auf die richtige Richtung achten!

4*74HC595 Shift-Register



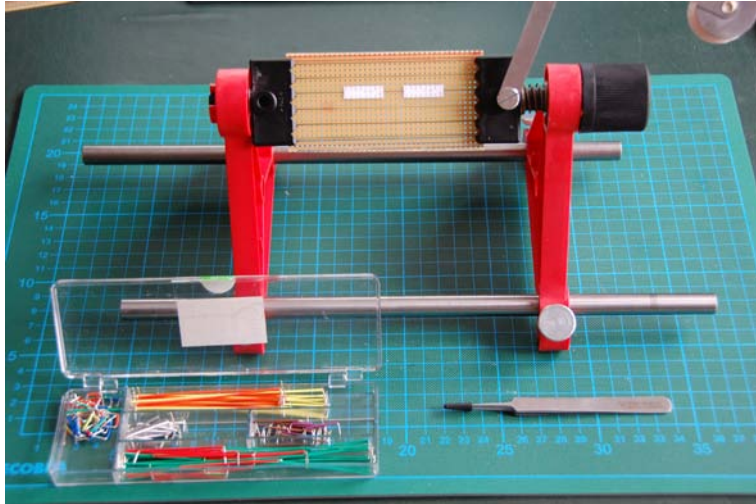
2*UDN2981A Darlington-Array



1*RTC1307 Real-Time-Clock



Jetzt geht es los!

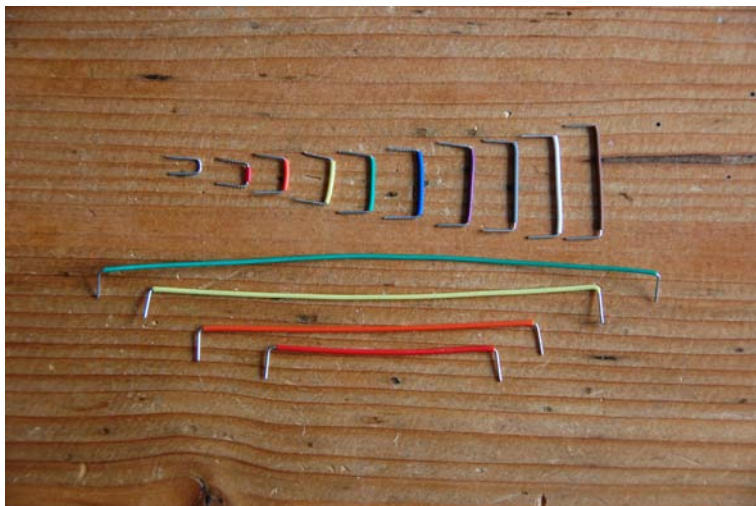


Ok. Wir sind jetzt so weit, daß wir die erste Platine zusammenlöten können. Um sich irrsinnige Mengen an Abisolierungen und Verzinnungen von Kabelmeterware zu ersparen, kann man für die Verbindung auf den Leiterplatten sehr gut Drähte aus einem Steckbrückensortiment für Steckbretter nehmen.

Außerdem leistet eine SMD-Pinzette gute Dienste, um die kleinen Brücken in die Platine zu fummeln.

Wer keinen Bestückungsrahmen hat, sollte eine zweite Person (Freund/-in, Partner/-in, Geschwister, Eltern, Kinder etc.) zur Hand haben.

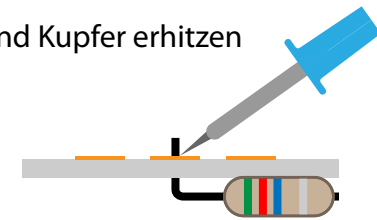
Die Steckbrücken haben verschiedene Längen. Jede Länge hat eine eigene Farbe.



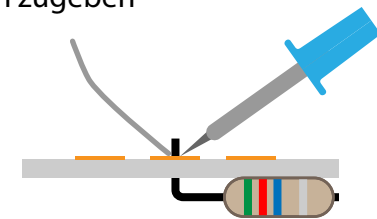
Beim Löten unbedingt darauf achten, daß die Lötstellen gut und sauber sind. Kalte Lötstellen sind im Nachhinein schwer zu finden. Zuerst Bauteilbein und Platine erhitzen, dann Lötzinn zugeben.

Besser vorher doppelt prüfen und gegebenenfalls nachlöten. Die Leiterplatten und Fassungen halten einiges aus. (Die Chips nicht, aber dafür haben wir ja die Fassungen.)

1. Bein und Kupfer erhitzen



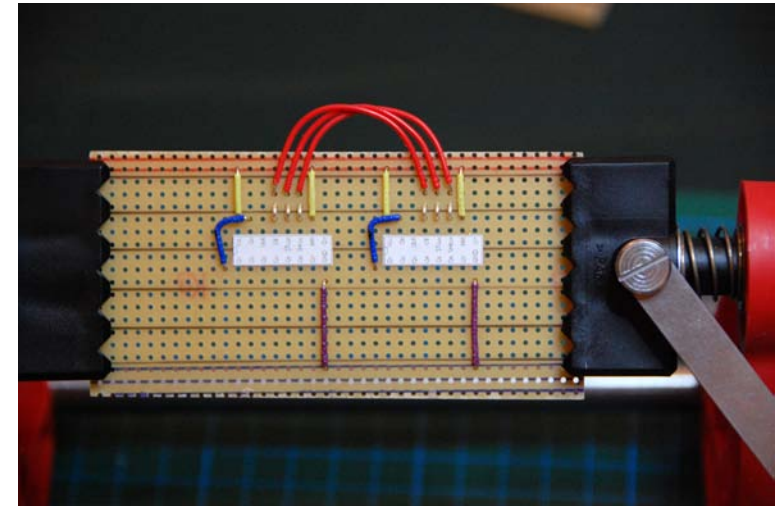
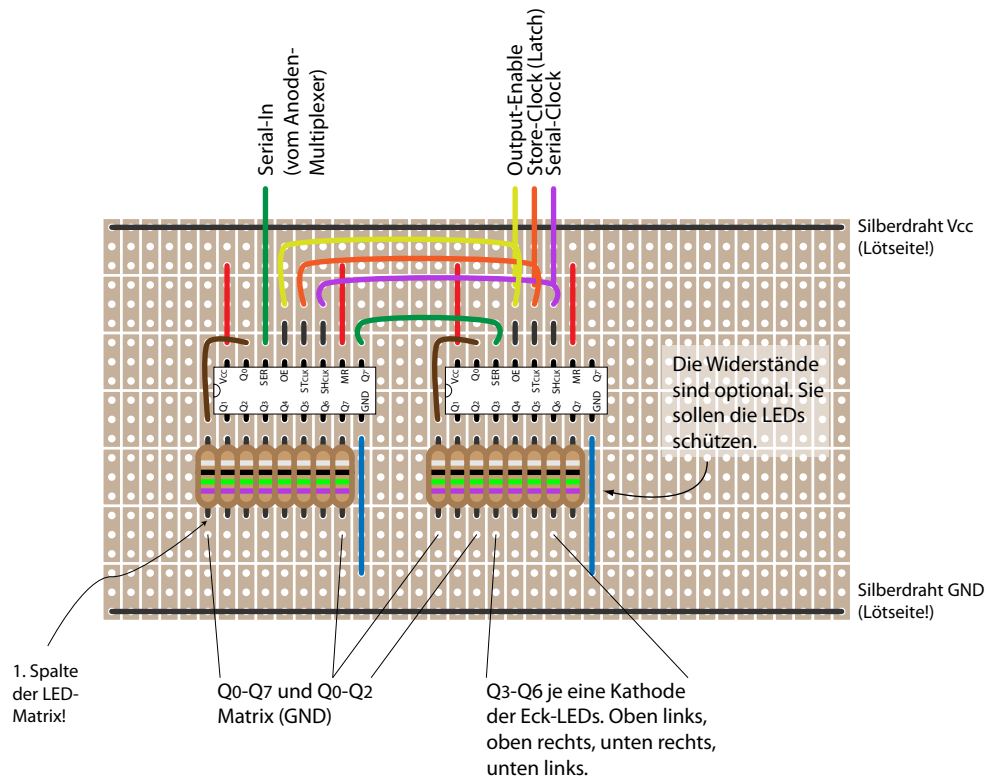
2. Lötzinn zugeben



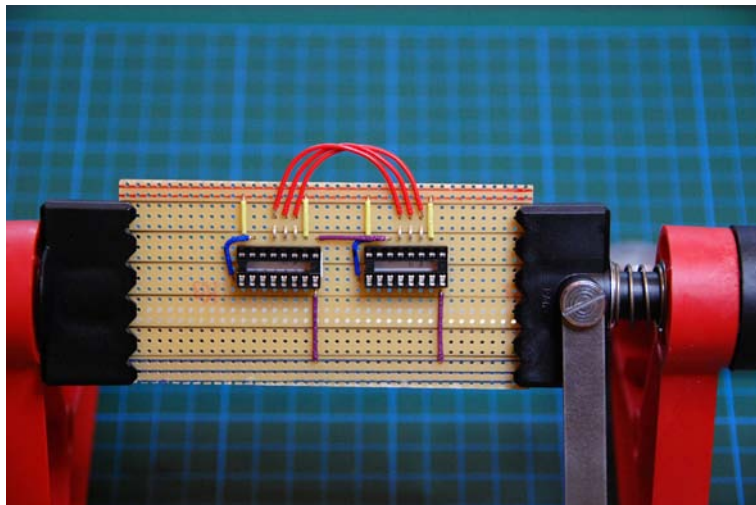
3. Fünf Sekunden nicht bewegen



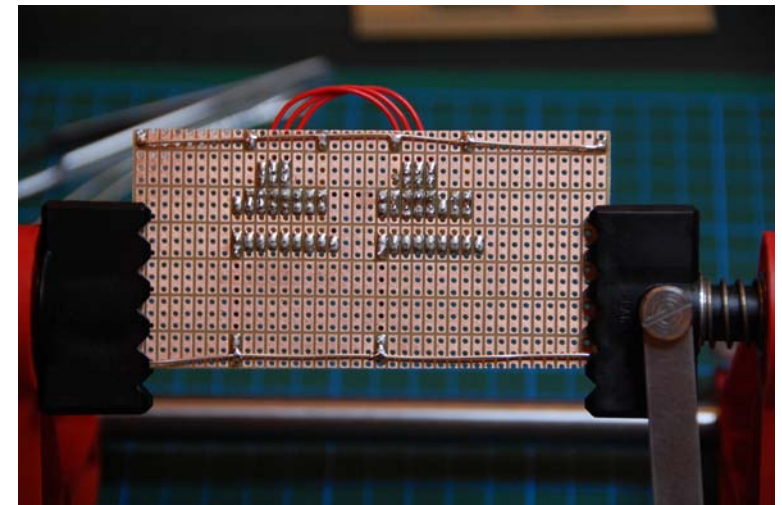
Der Kathoden-Multiplexer



Zuerst verlötet man nur die Kabel (immer mit den flachsten Bauteilen anfangen). Die kleinen Verbindungen kann man gut selbst aus Silberdraht oder abgezwickten Beinen von Bauteilen biegen.

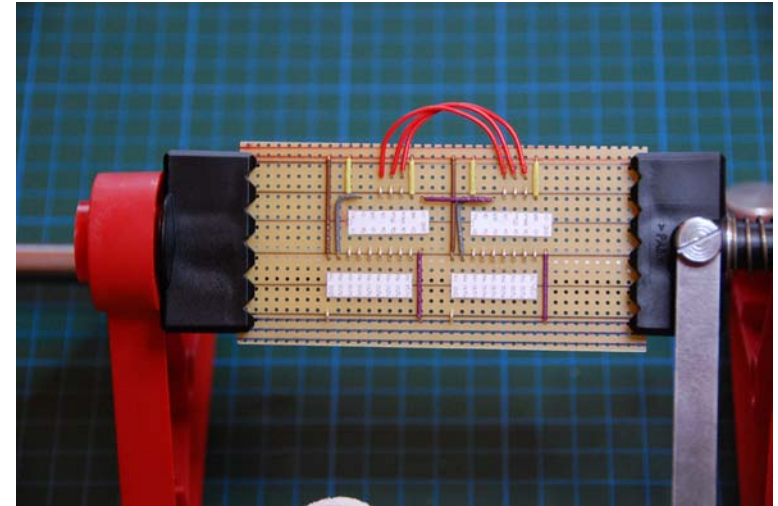
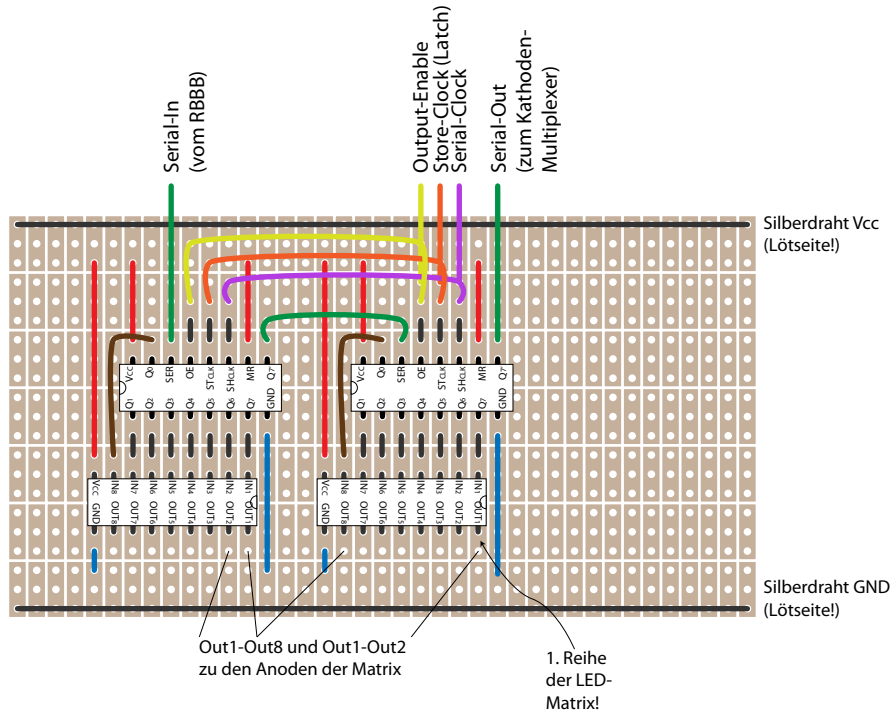


Links: Die Fassungen für die Chips auflöten (Achtung mit der Richtung der „Nase“).

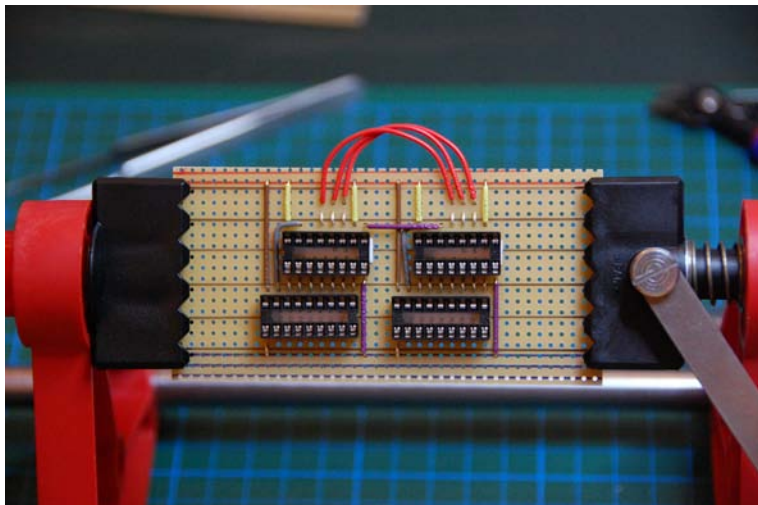


Rechts: Die Rückseite mit den Silberdrähten für Vcc und GND (Ground).

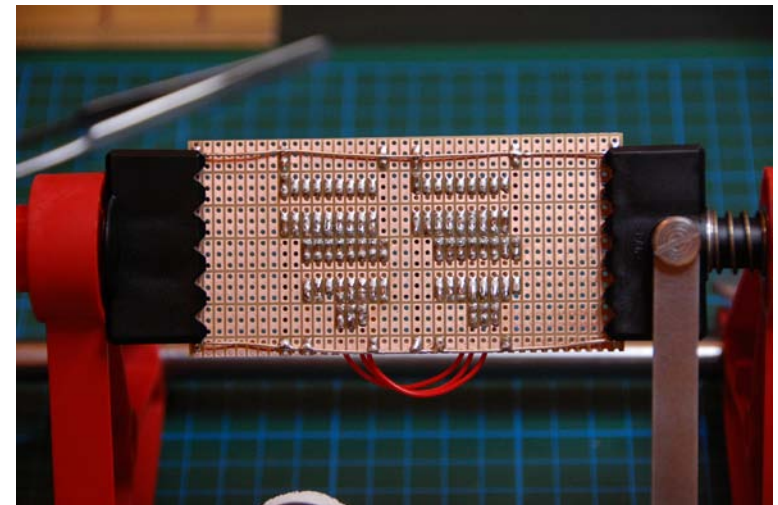
Der Anoden-Multiplexer



Der Anoden-Multiplexer ist im oberen Bereich identisch mit dem Kathoden-Multiplexer. Unten kommen dann zur Verstärkung die UDN2981A-Chips dazu.

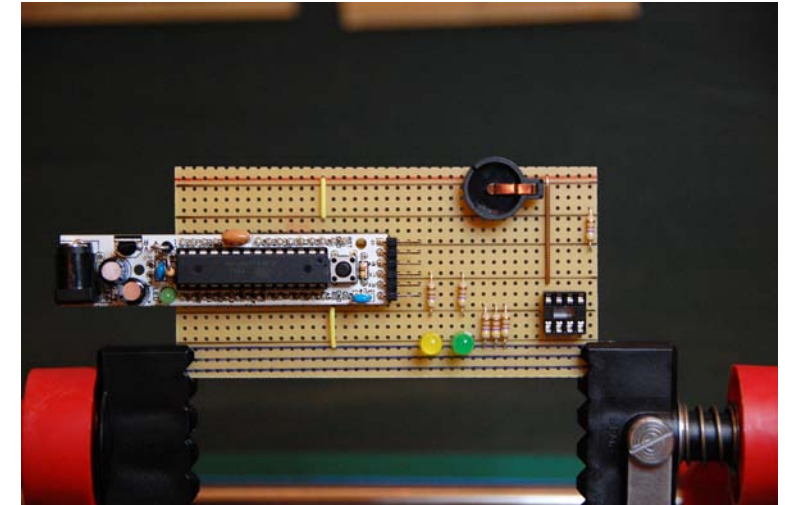
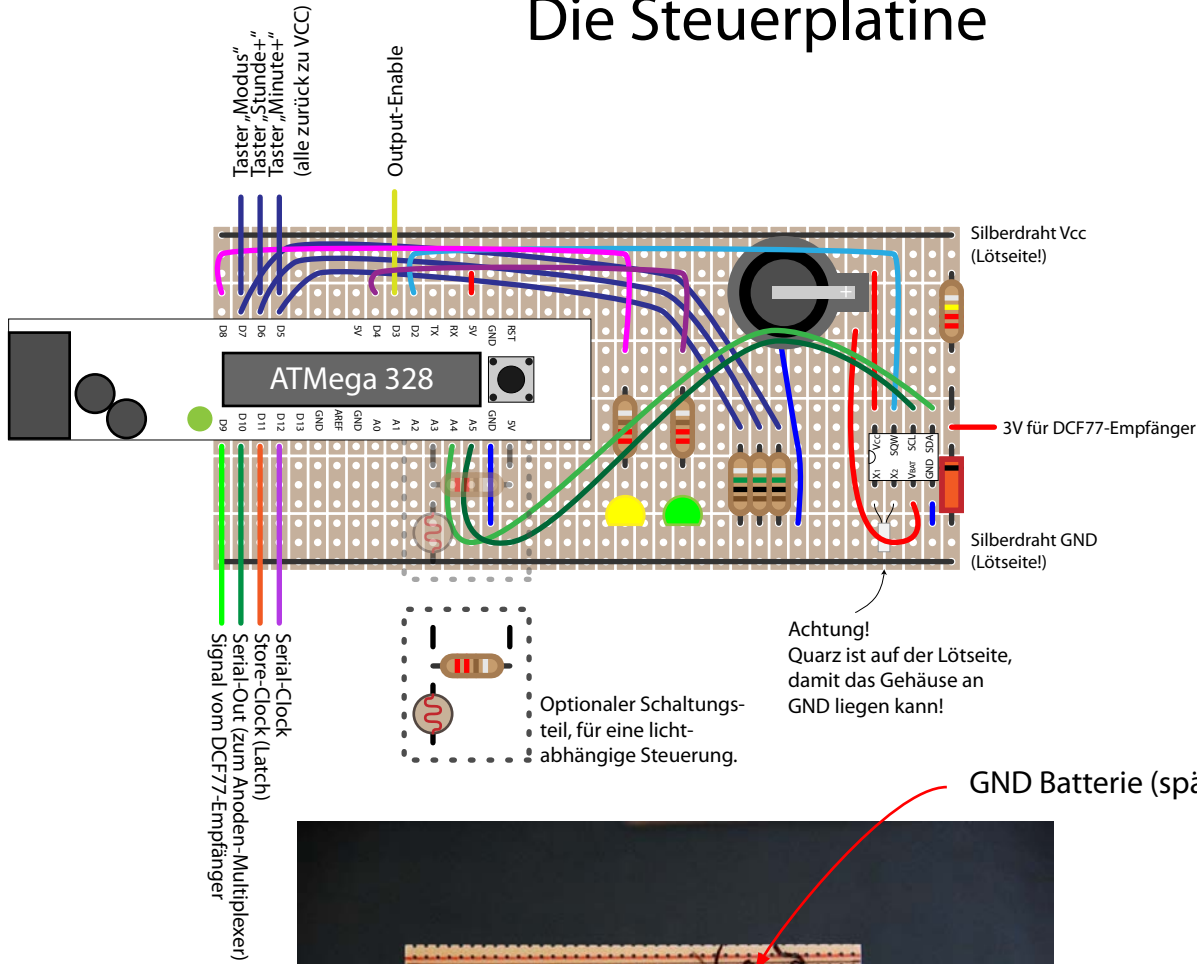


Links: Die Fassungen für die Chips auflöten (Achtung mit der Richtung der „Nase“).



Rechts: Die Rückseite mit den Silberdrähten für Vcc und GND (Ground).

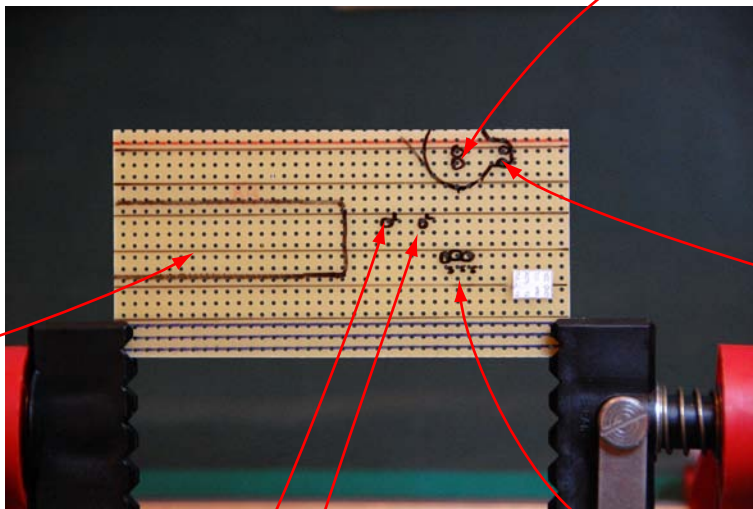
Die Steuerplatine



GND Batterie (später durch Batteriehalterung verdeckt!)

Die Steuerplatine ist das „Herz“ unserer QLOCKTWO und damit etwas aufwändiger. Um nicht durcheinander zu kommen, steckt man die Bauteile zur Probe mal in die Lochrasterplatte und markiert die Umrisse und wichtige Punkte mit einem Permanent-Marker.

Plus-Pol der Batterie

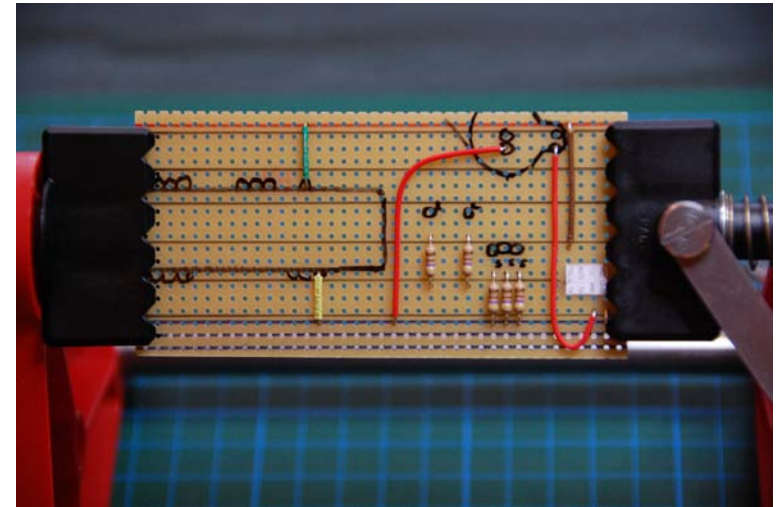
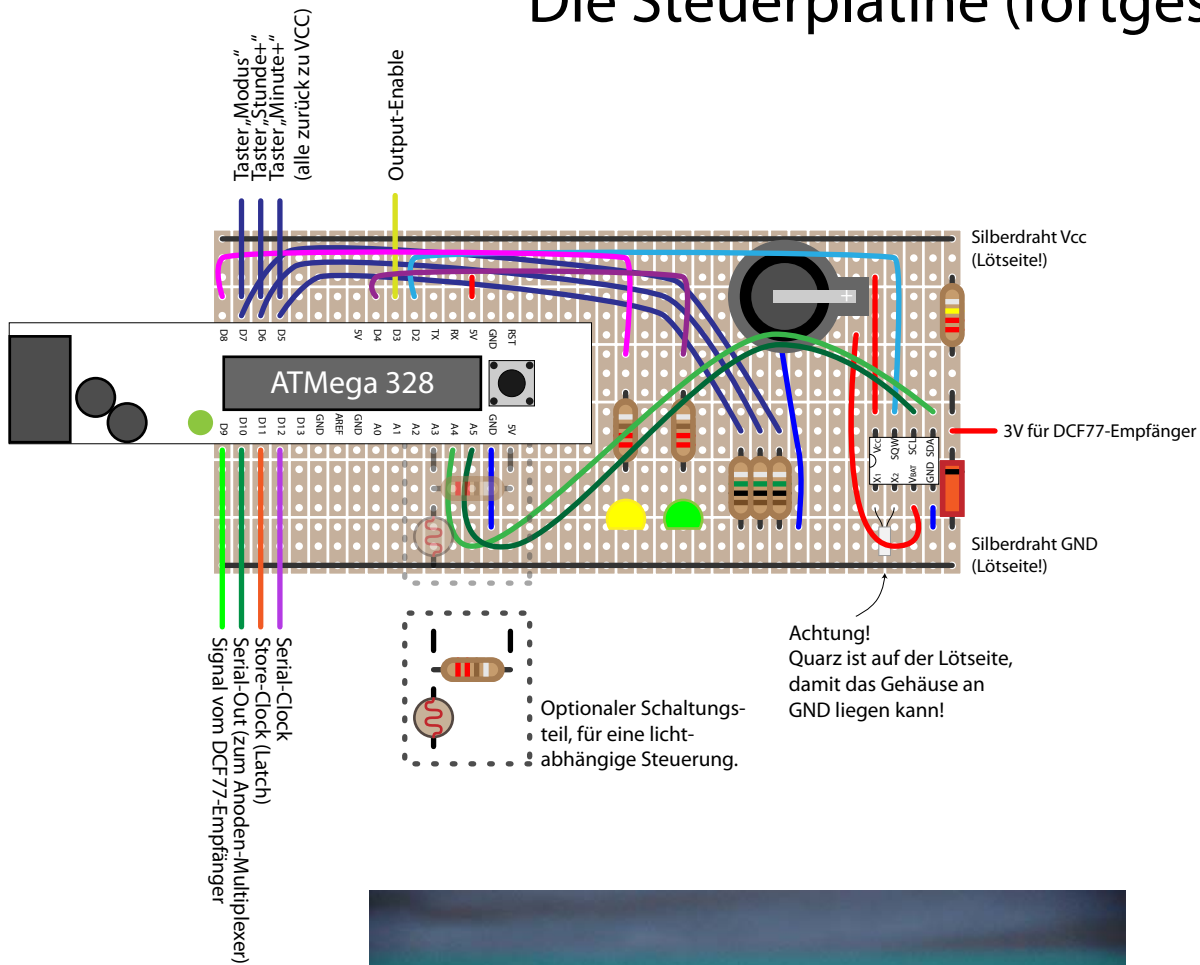


gelbe/grüne
LED-Anschlüsse

Drei Taster-Anschlüsse

RBBB

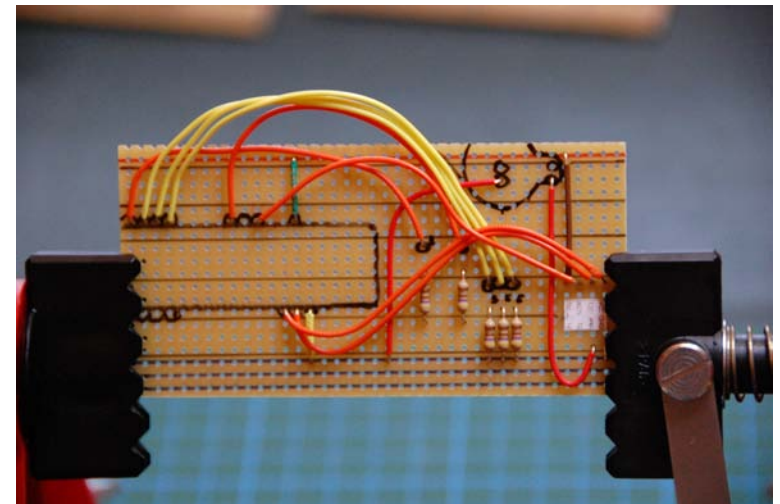
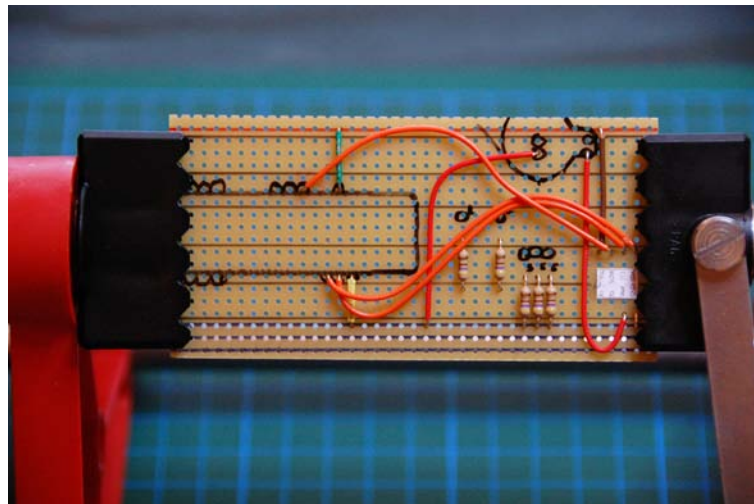
Die Steuerplatine (fortgesetzt)



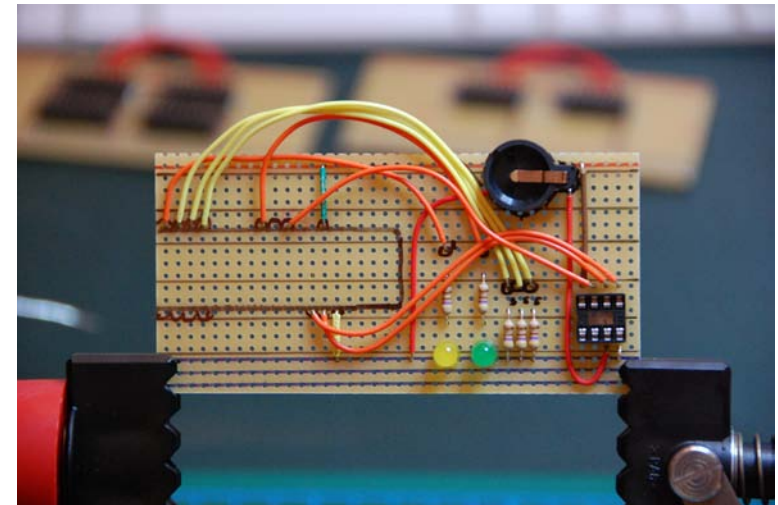
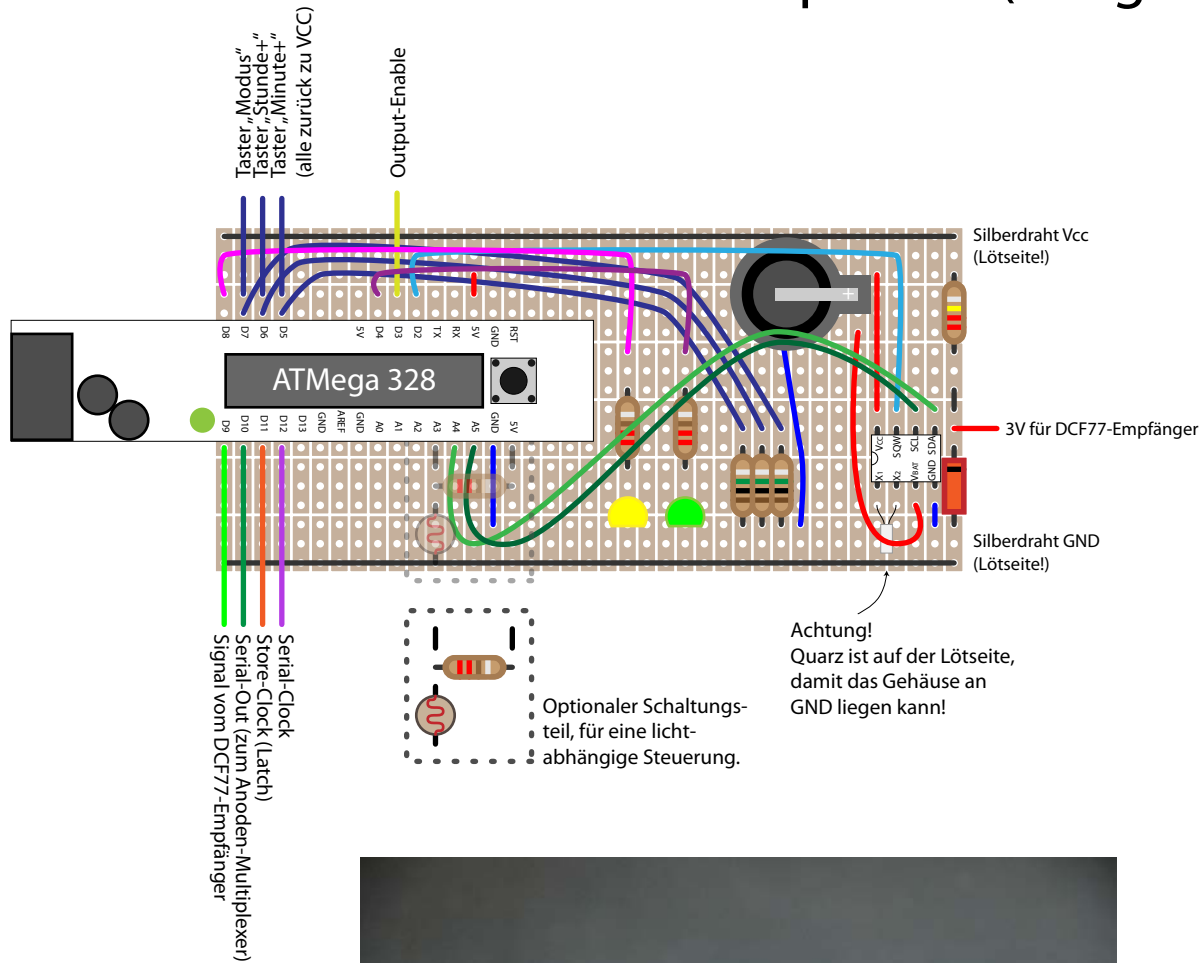
Oben: Zuerst werden Widerstände und Stromversorgungen angelötet.

Unten: Die Leitungen zu den LEDs und Tastern werden angelötet.

Rechts: Die SQW-Signalleitung (Square-Wave-Signal) und die Leitungen für den I²C-Bus werden angelötet (SCL = Serial Clock Line; SDA = Serial Data Line).



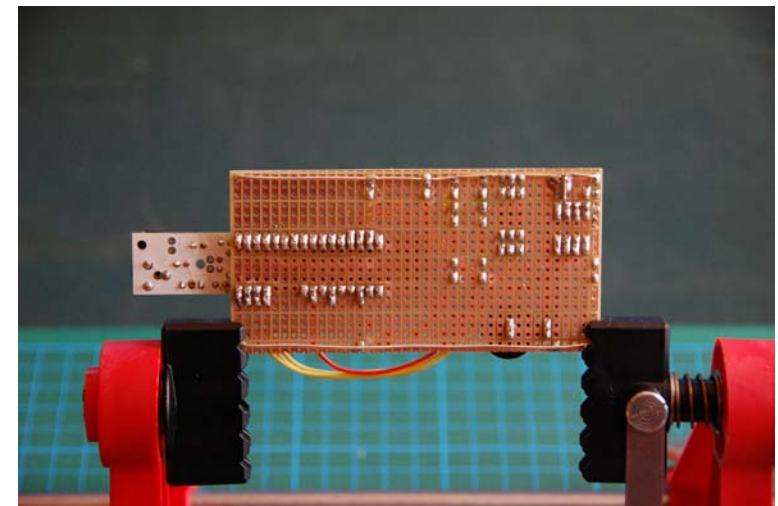
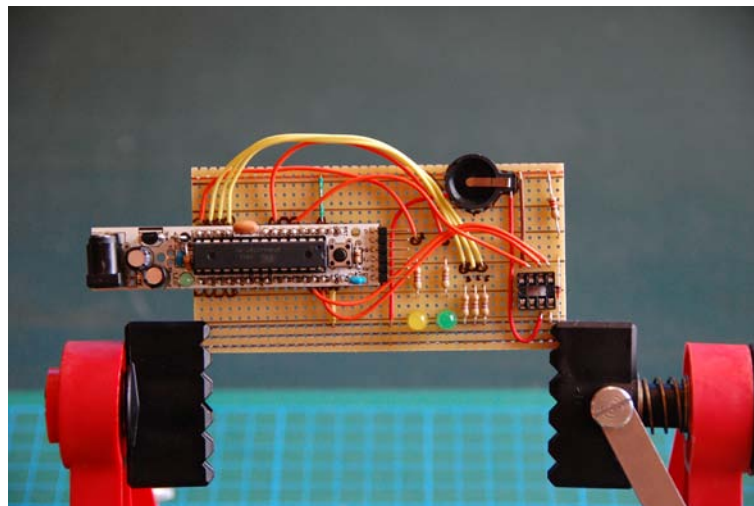
Die Steuerplatine (fortgesetzt)



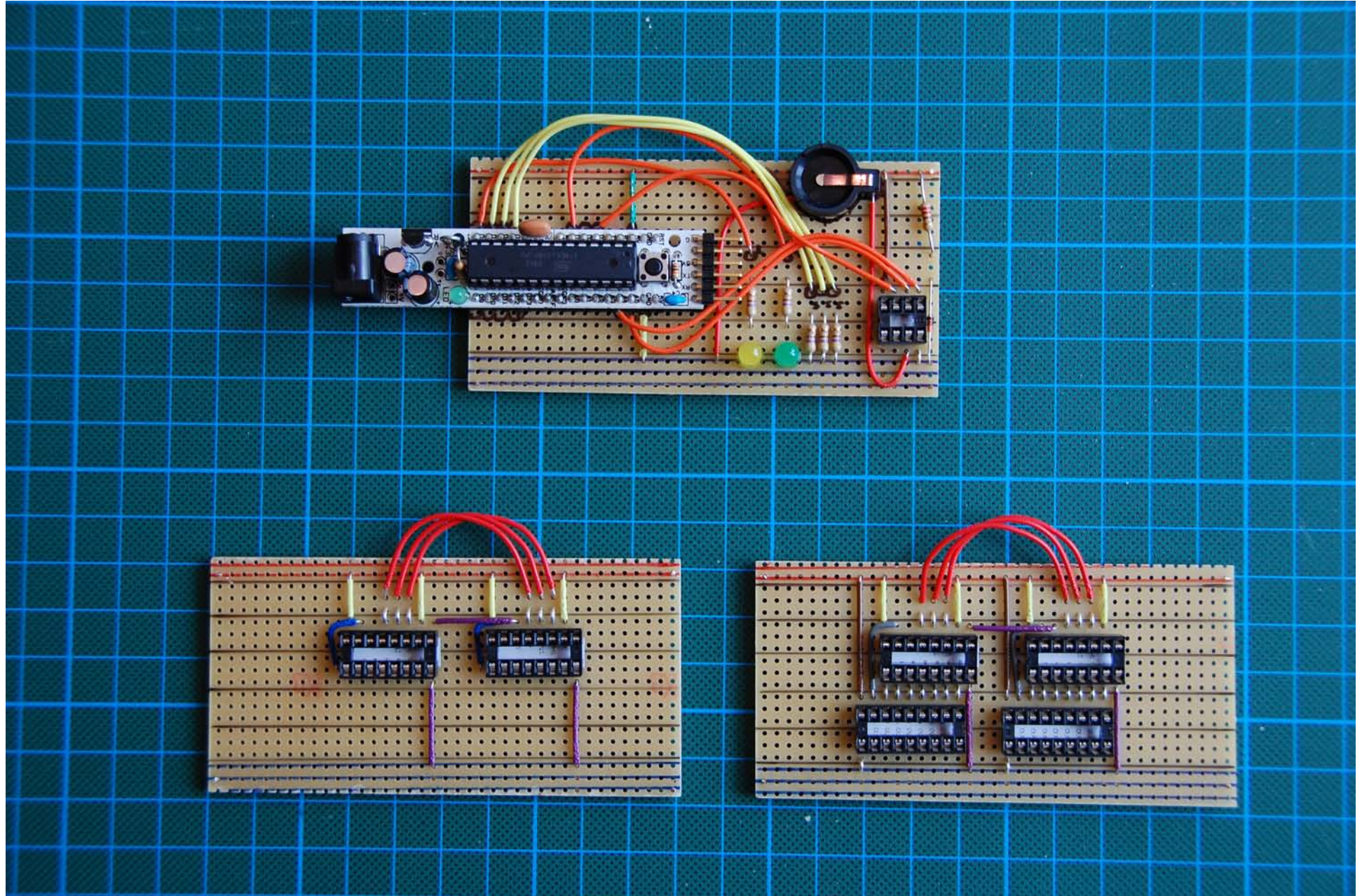
Oben: Die hohen Bauteile werden aufgelötet. Bei den LEDs auf die richtige Polung achten (flache Gehäuseseite zu GND)!

Unten: Rückseite mit Vcc und GND.

Rechts: Das RBBB wird eingelötet. Natürlich muß man es vorher zusammenlöten (nach der Anleitung bei JEE-Labs). Mit dem Power-Jack sollte man warten bis die Stromversorgung geklärt ist.



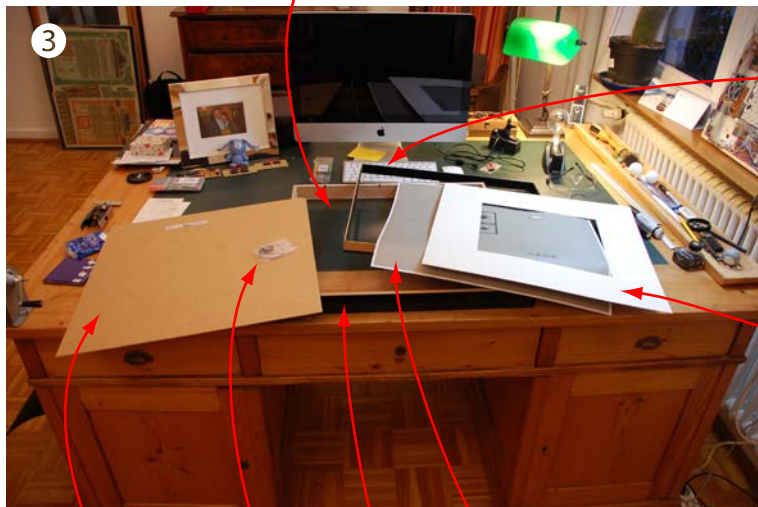
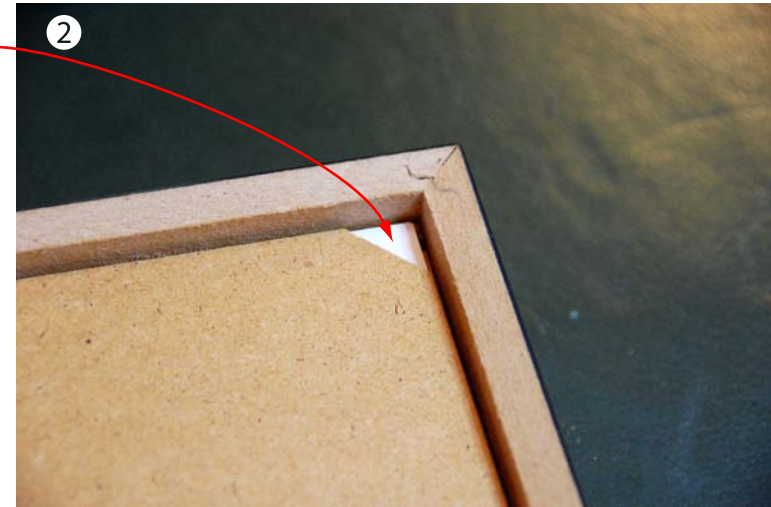
Ein erster Etappensieg!



Vorbereiten des Ribba-Rahmens



Der Ribba-Rahmen hat auf der Rückseite eine kleine Aussparung, mit derer Hilfe man die Rückwand herausnehmen kann.



Glas (Achtung! Die Kanten sind unbehandelt und das Glas ist daher am Rand sehr scharf!)

Innenrahmen

Passepartout

Rückwand

Aufhänger

Außenrahmen

Schutzpapier



Als Erstes legen wir die Rückwand auf das Glas und dann den Innenrahmen darauf. Dann zeichnen wir die Innenkante des Innenrahmens auf der Vorder- und Rückseite der Rückwand nach. Diese Fläche ist „Sperrfläche“ auf der wir später nicht arbeiten können.

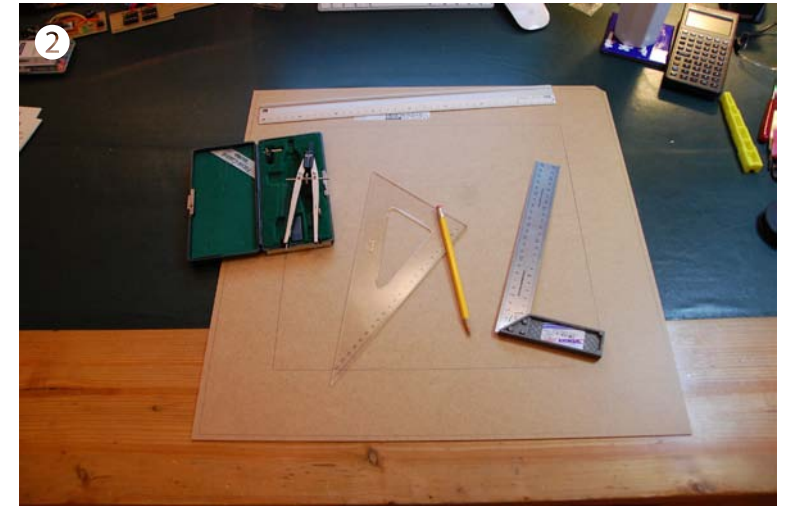
Vorbereiten des Ribba-Rahmens (fortgesetzt)



Jetzt werden wir viele Dinge auf die Rückwand zeichnen, also Bleistift spitzen und los!

Zuerst schreiben wir „Oben“ und „Unten“ mit einem Permanent-Marker auf beide Seiten.

Dann zeichnen wir einen Innenrahmen mit einer Kantenlänge von 350 mm auf beide Seiten (Abstand zum Außenrand 75 mm).



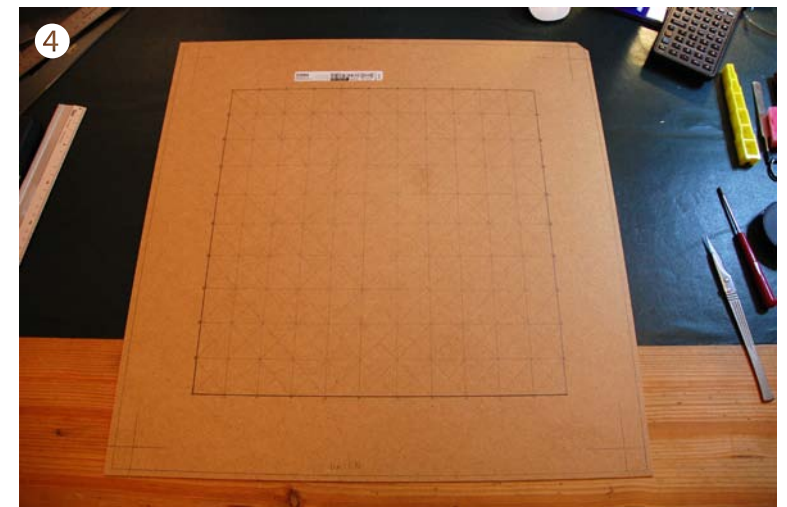
Danach zeichnen wir das Gitter und die Bohrlöcher auf die Rückseite der Rückwand. Besser gesagt, auf irgendeine Seite, diese wird dadurch zu Rückseite. Wir haben 11 Spalten und 10 Reihen. Ein Kästchen hat damit eine Breite von $350 \text{ mm} / 11 = 31,82 \text{ mm}$ und eine Höhe von $350 \text{ mm} / 10 = 35 \text{ mm}$. Diese Strecken kann man gut mit dem Zirkel aufnehmen und dann an dem Rand des Innenrahmens abtragen. Dann werden Diagonale in die Kästchen gezeichnet. Der Schnittpunkt der Diagonale ist die Vorgabe für das Bohrloch.

Natürlich kann man sich auch die Bohrschablone ausdrucken und damit die Löcher markieren. ☺ Pro-Tipp von Michael: Wer keinen Posterplotter hat, kann die Vorlage via Adobes Acrobat Reader in 1:1 „gekachelt“ ausdrucken und zusammenkleben.

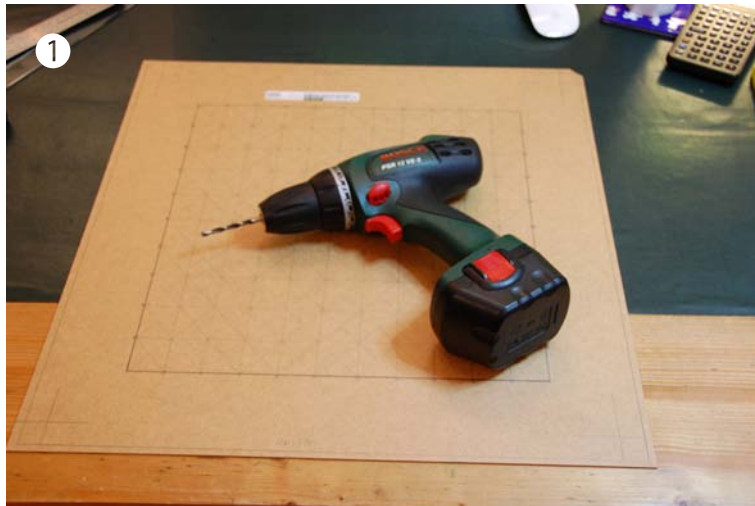


Die Lochmarkierungen für die Eck-LEDs haben einen Abstand von 25 mm zum Rückwand-Rand.

Alles nochmal überprüfen, wenn die Löcher erst gebohrt sind, ist es zu spät.



Löcher bohren



Oben: Für die LEDs bohrt man Löcher mit 5 mm Durchmesser.

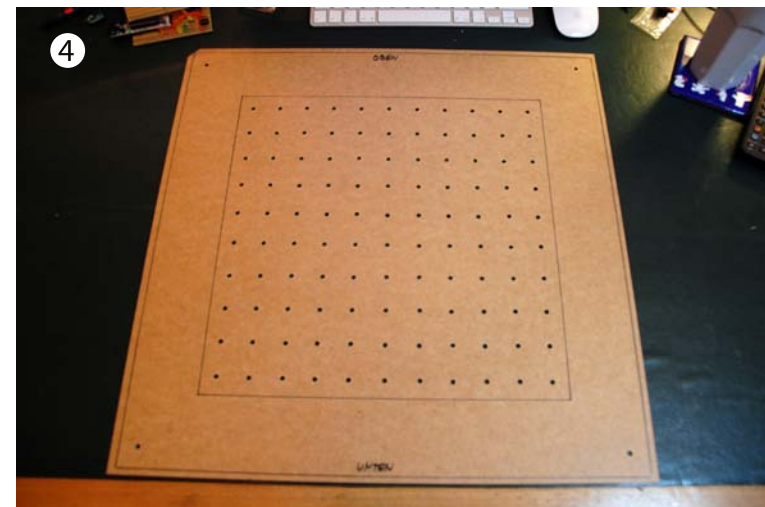
Unten: Für die Silberdrahtdurchführungen nimmt man einen sehr feinen Bohrer.



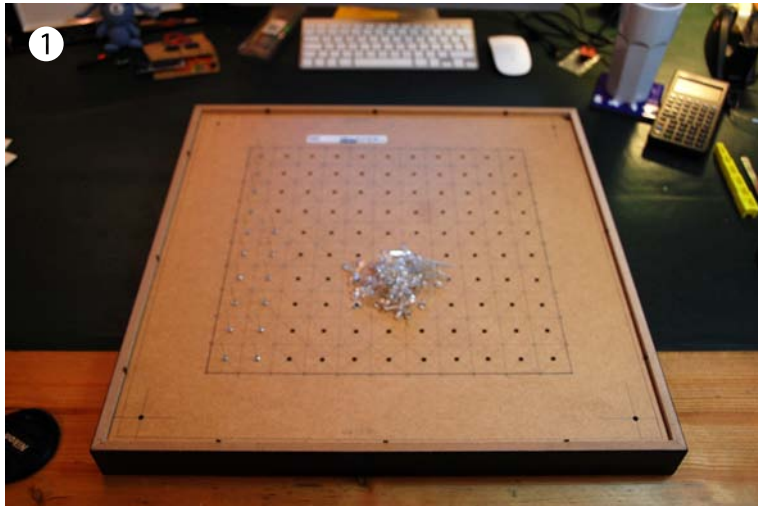
Achtung! Der Ribba-Rahmen ist nicht aus Holz, sondern aus gepresster Pappe. Daher beim Bohren mit wenig Druck arbeiten.



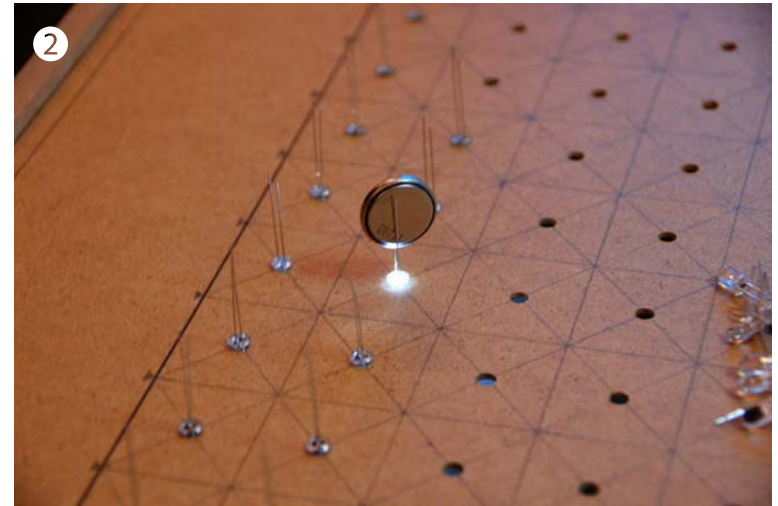
Rechts: Fertig gebohrte Rückwand der QLOCKTWO.



LEDs bestücken und Matrix löten

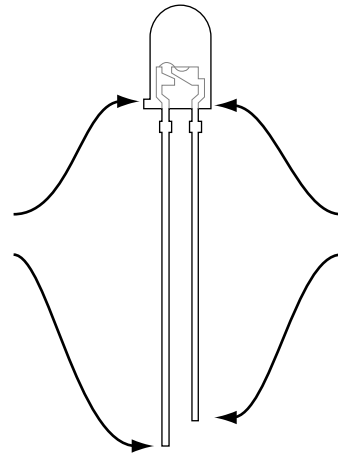


Die weißen LEDs werden nach dem LED-Löt-Schema auf ein Gitter von Silberdrähten gelötet (Kathode unten rechts, Anode oben links).



Unten: Zuerst schneiden wir 10 Silberdrähte ab und stecken diese durch die Löcher, so daß wir 10 Querreihen haben. Die Silberdrähte sollten etwa 2 cm auf der anderen Seite überstehen.

rundes Gehäuse,
langes Bein =
Anode

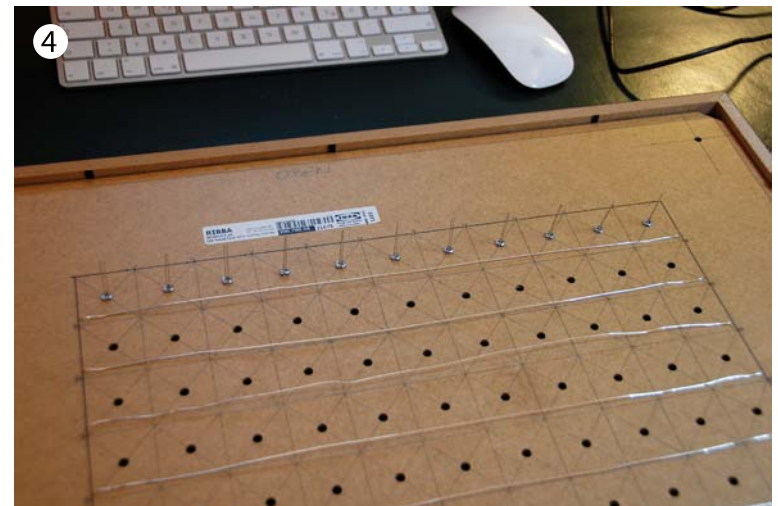


flaches Gehäuse,
kurzes Bein =
Kathode

Oben: Die Polarität und Funktionstüchtigkeit einer LED kann man mit einer alten CR 2032-Knopfzelle testen. Nicht mit anderen Batterien (oder nur mit Vorwiderstand).
☺ Pro-Tipp: Eine CR 2032 kostet 0,33 € bei Reichelt und 4,50 € im Elektrofachhandel.



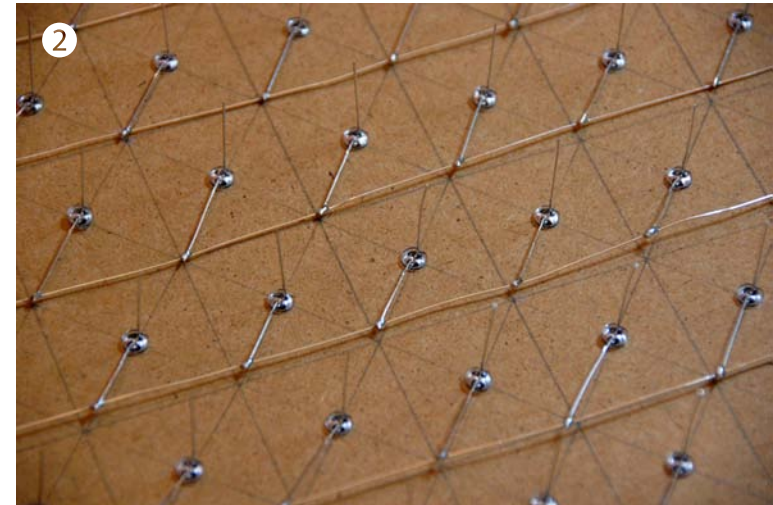
Rechts: Dann bestücken wir die erste Reihe oben mit LEDs. Wenn man gleich die ganze Matrix bestückt, erschwert das die Lötarbeit.



LEDs bestücken und Matrix löten (fortgesetzt)

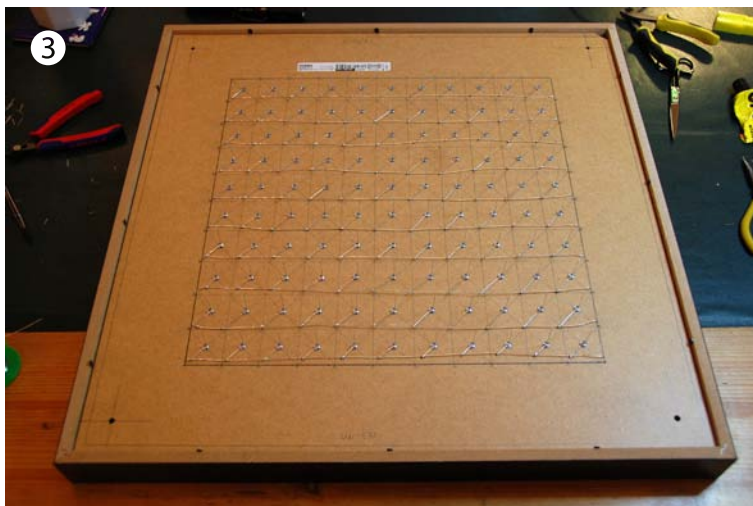


Links: Die Anoden-Beine der LEDs werden umgebogen (die anderen nicht!) und dann auf den Silberdraht gelötet. Der Silberdraht dehnt sich beim Löten aus, daher fangen wir in der Mitte an! Wieder ist eine zweite Person hilfreich, die die Beine runterdrückt.

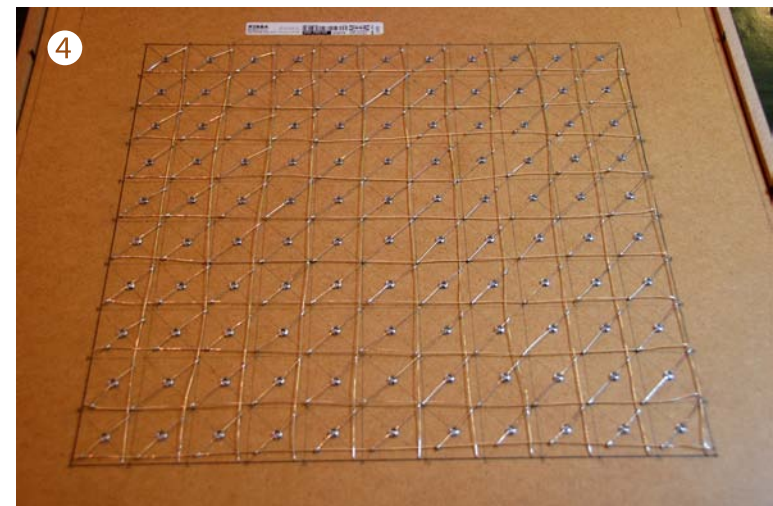


Oben: Der Überstand der Beine wird abgezwickelt.

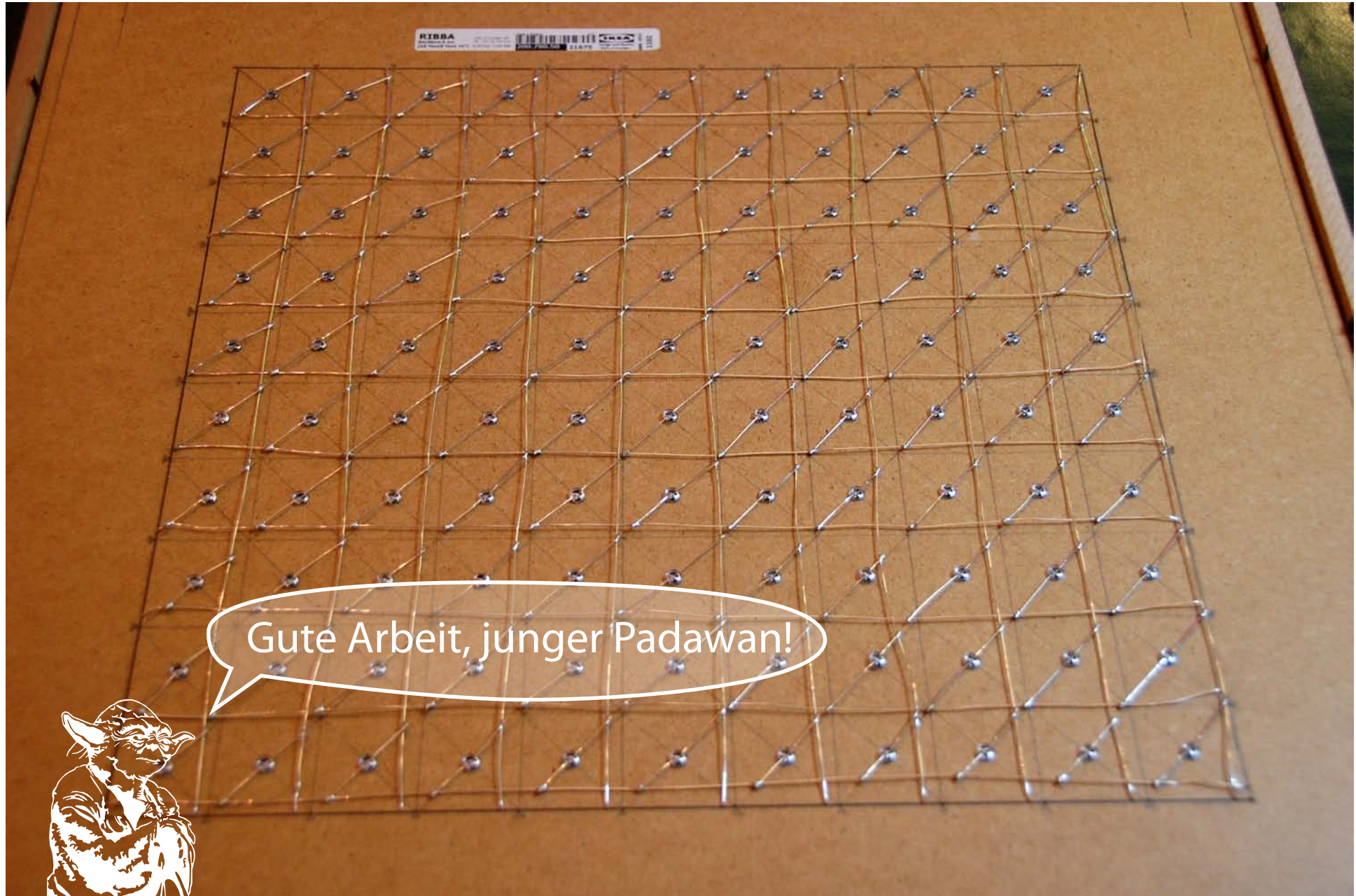
Unten: So sollte die erste Hälfte der Matrix aussehen. Da das eine ermüdende Arbeit ist, muß man in dieser Phase besonders auf die Polung der LEDs und sauberes Löten achten.



Rechts: Dann werden die Silberdrähte für die Kathoden eingezogen und die Kathoden der LEDs analog zu den Anoden angelötet.



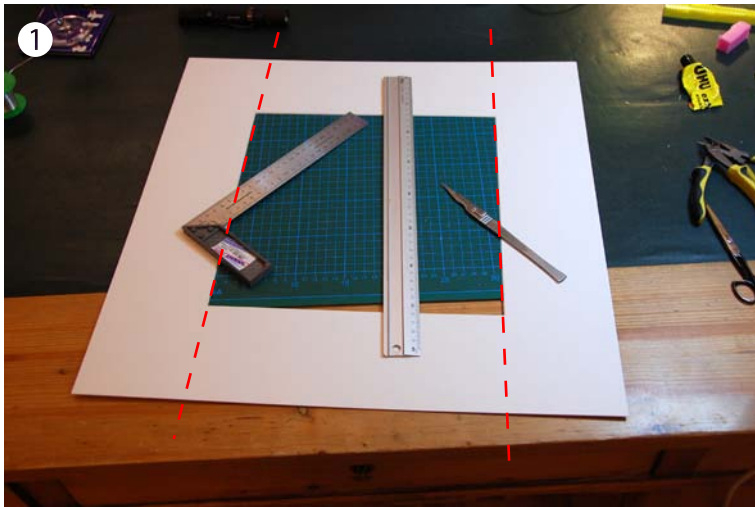
LEDs bestücken und Matrix löten (fortgesetzt)



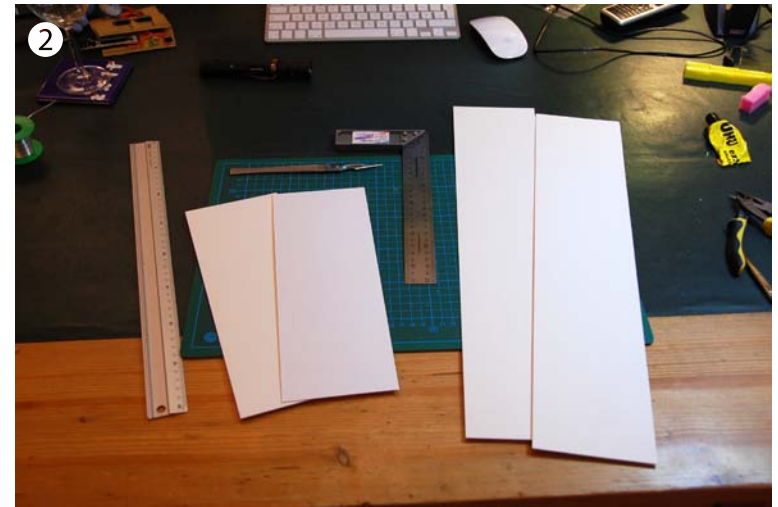
Gute Arbeit, junger Padawan!



Matrix isolieren

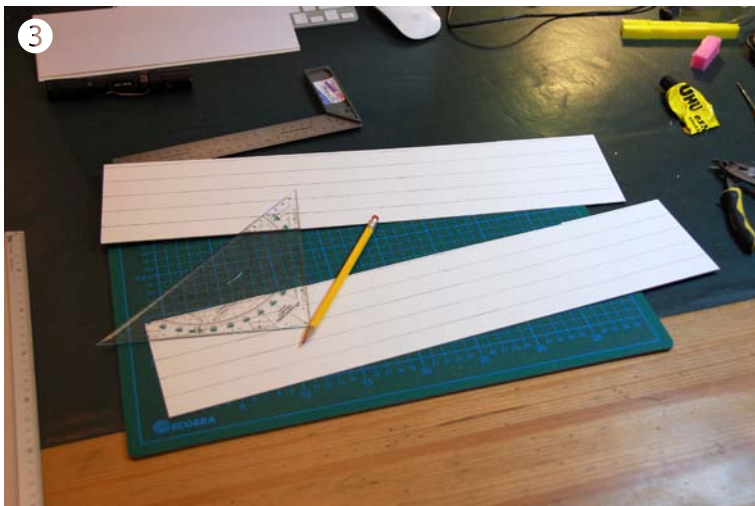


Links: Für die Isolierung zwischen den Anoden und Kathoden zerlegen wir das Passepartout von dem Ribba-Rahmen.

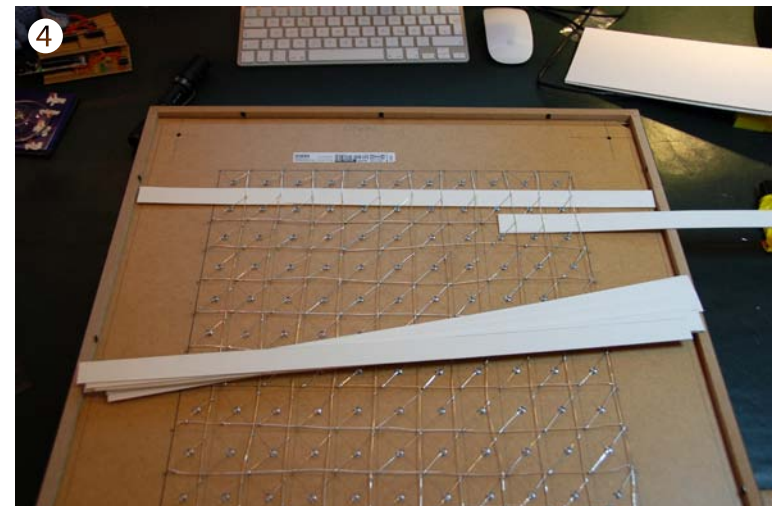


Oben: Wir brauchen zehn Streifen in der Länge der Rahmenbreite.

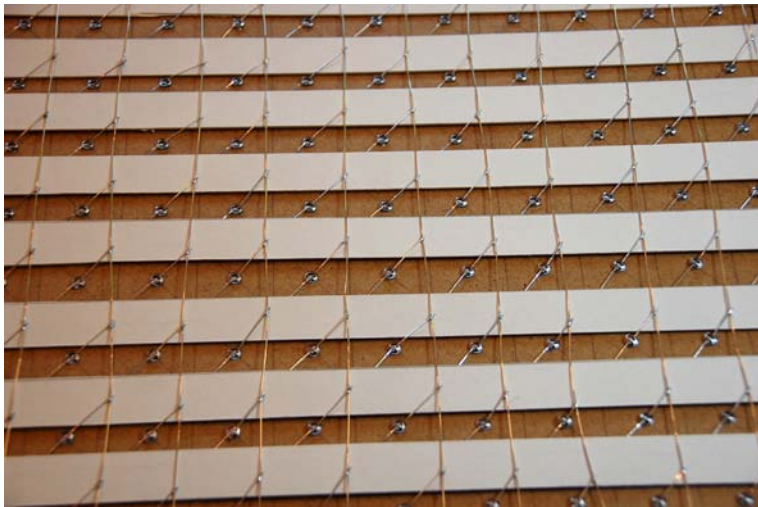
Unten: Wir unterteilen die langen Stücke in 2 cm-Streifen. Das Schneiden der Streifen geht gut mit einem Teppichmesser.



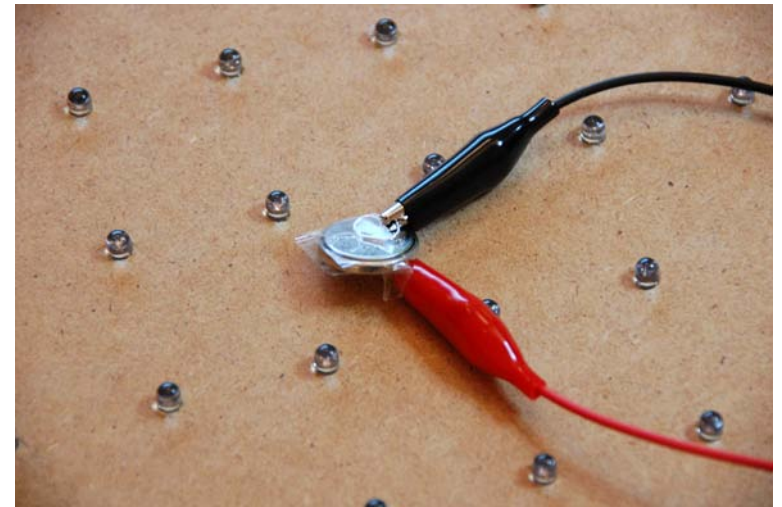
Rechts: Die Streifen werden dann vorsichtig zwischen die Anodenreihen (Oberseite) und Kathodenreihen (Unterseite) geschoben. Wenn sich dabei Beine von den Silberdrähten lösen: Super! Wir haben eine kalte Lötstelle gefunden, die uns nachher geärgert hätte. Einfach nachlöten.



Matrix testen

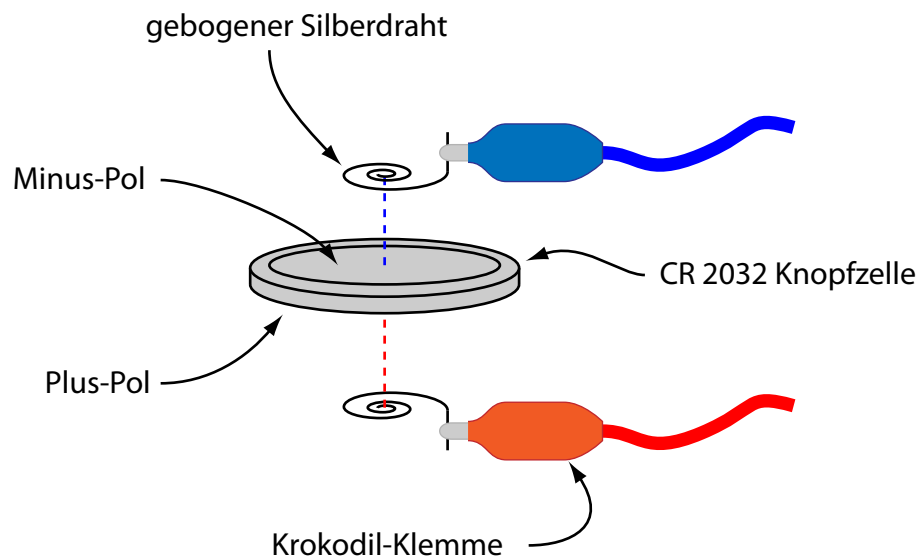
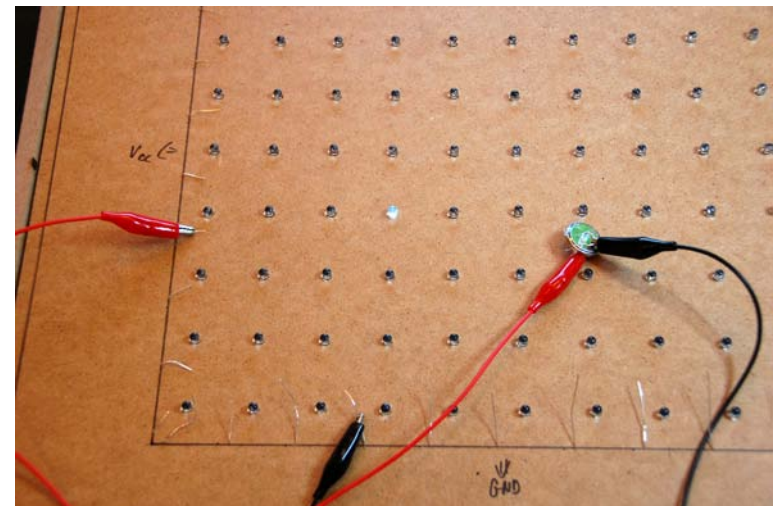


Links: Nachdem die Matrix isoliert ist, geht es an das Testen. Dazu versorgen wir jede Reihe und Spalte einmal kurz mit Strom und schauen, ob die entsprechende LED leuchtet.

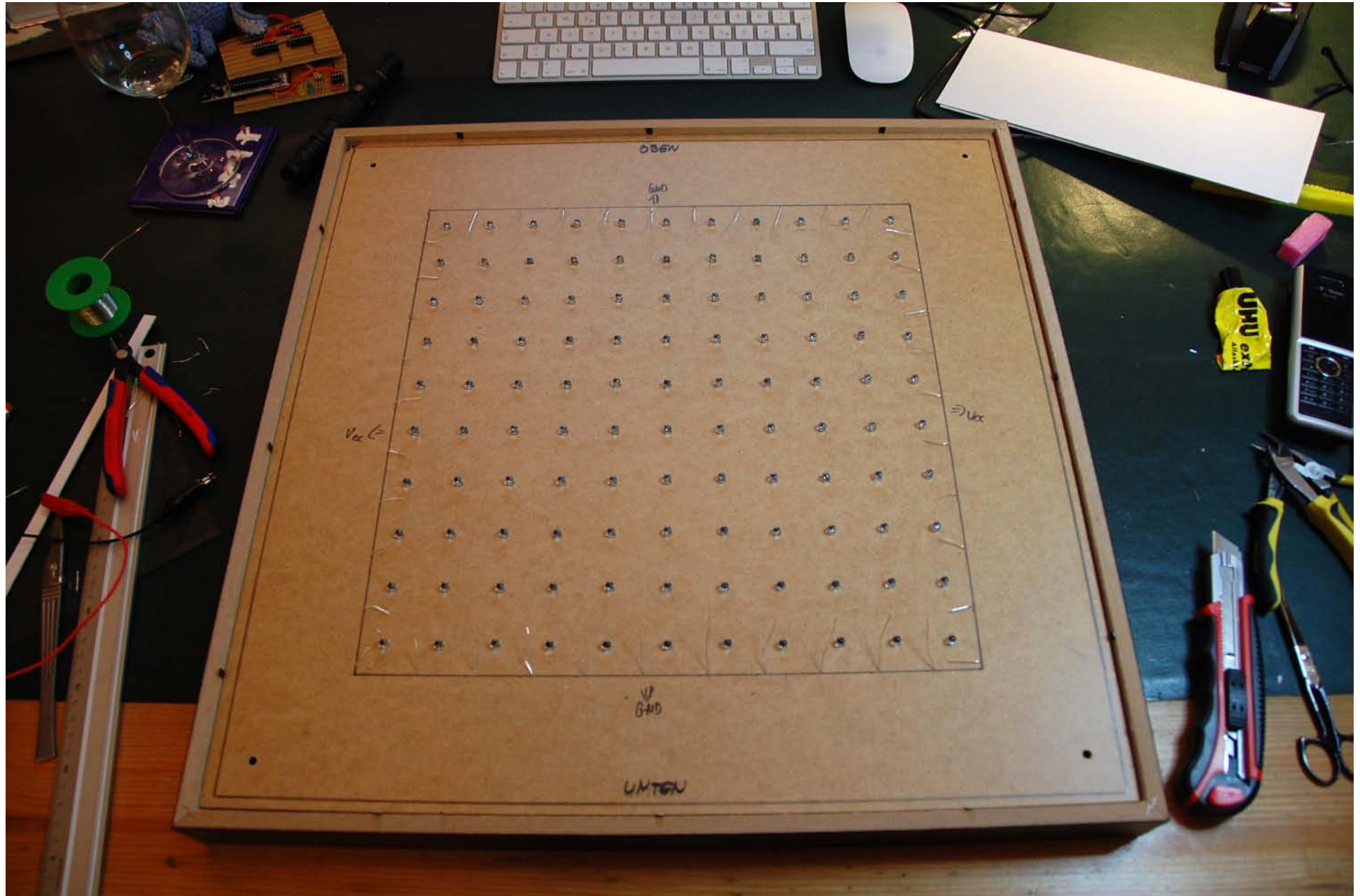


Oben: Für unser high-tech Matrix-LED-Testgerät biegen wir zwei Silberdrahtstücke zu Spiralen, kleben sie mit Tesa an eine alte CR 2032-Knopfzelle und klemmen Krokodil-Klemmen an.

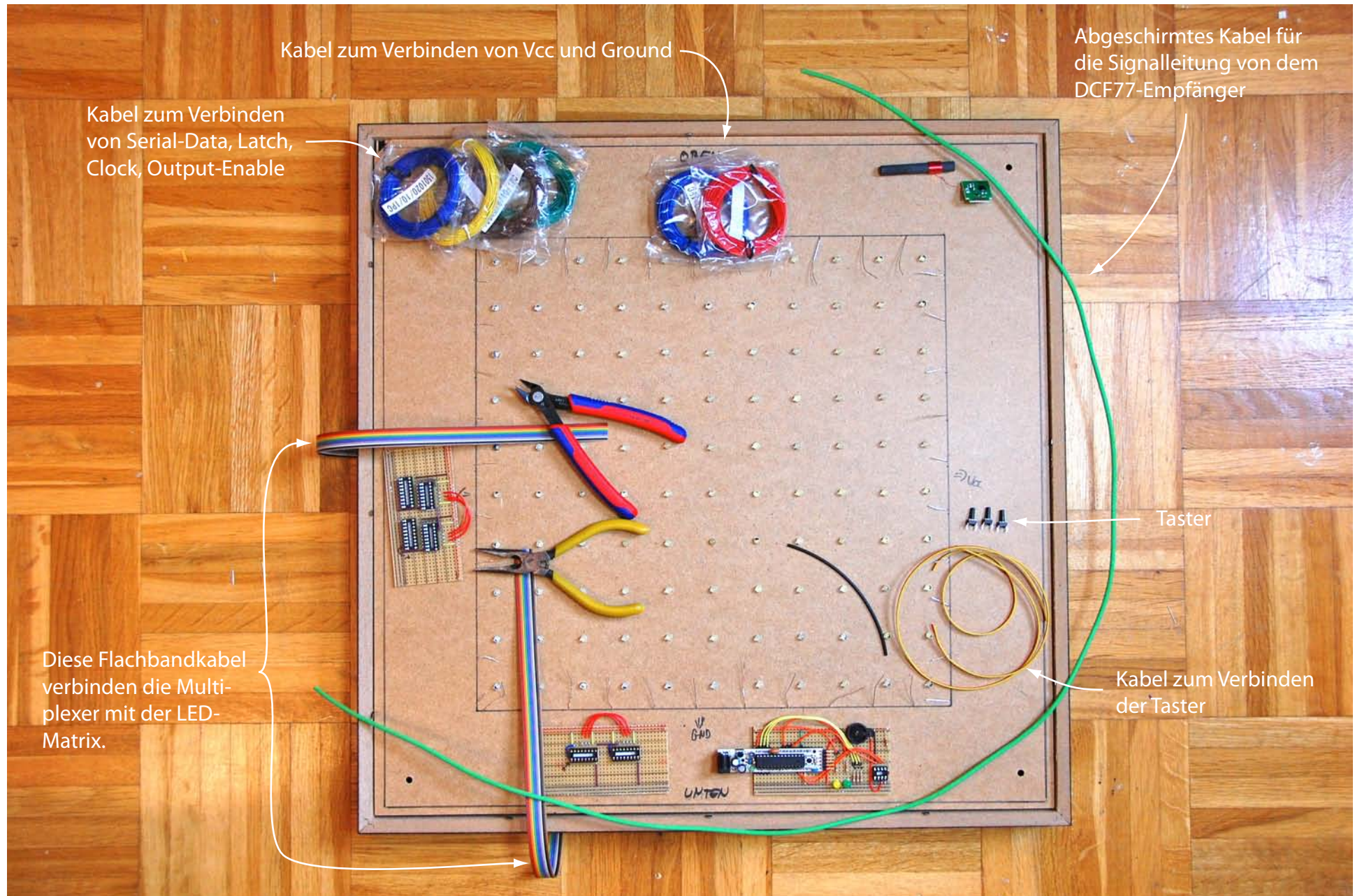
Unten: Die angesprochene LED leuchtet wie erwartet.



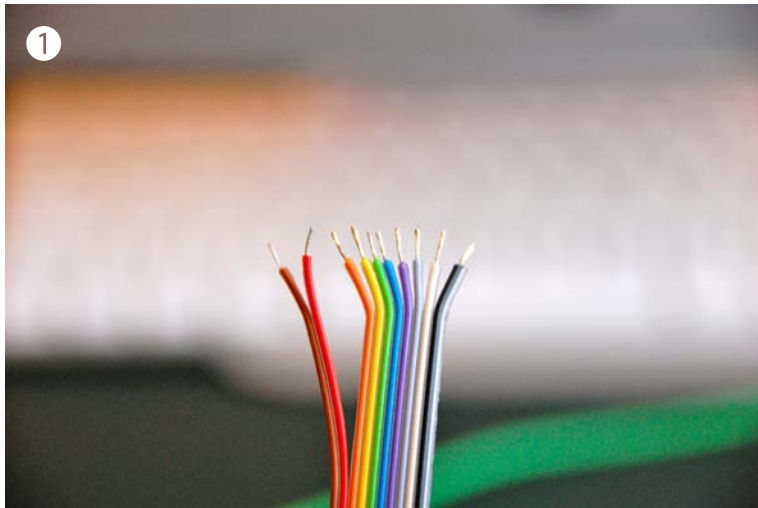
Ein weiterer Etappensieg!



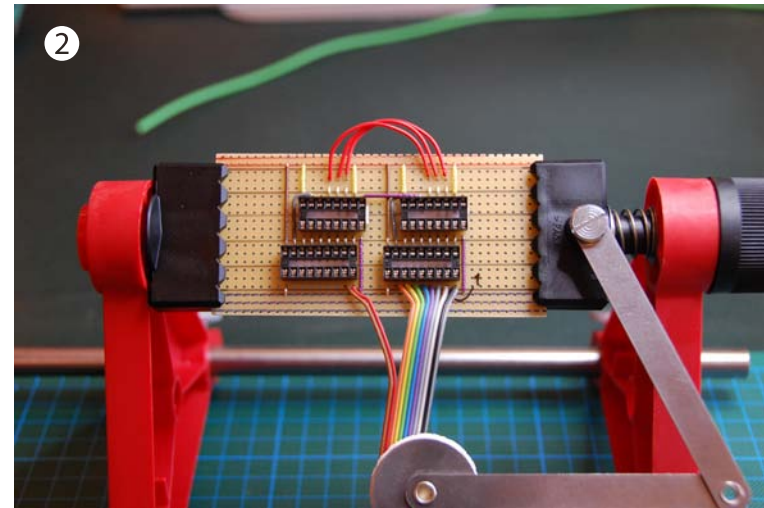
Steuerplatinen anschliessen



Steuerplatinen anschliessen (fortgesetzt)

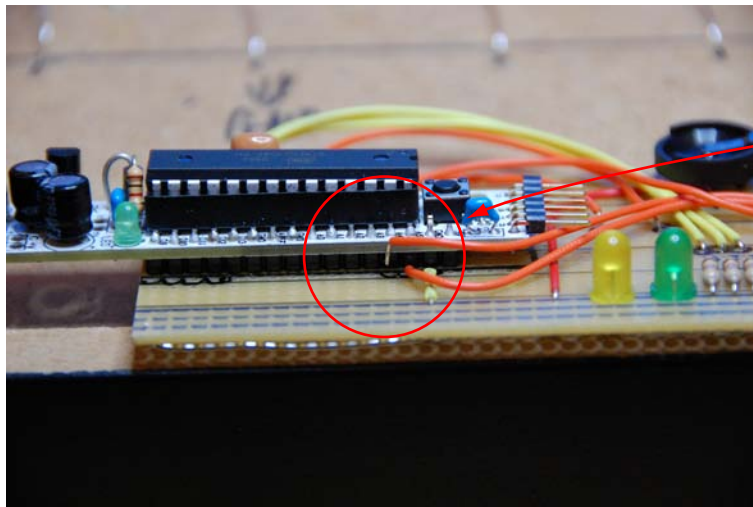


1
Die Flachbandkabel (oder auch Einzelkabel) werden abisoliert und verzinnt. Achtung! Wir brauchen einmal 10 Adern und einmal 11 Adern!



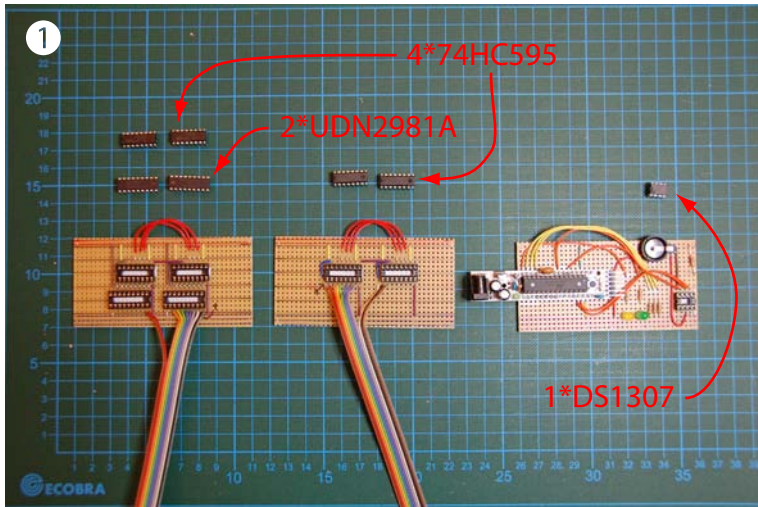
2
Dann werden sie an die Ausgänge vom Kathoden- und Anodenmultiplexer gelötet.

kleiner Einschub am Rande:



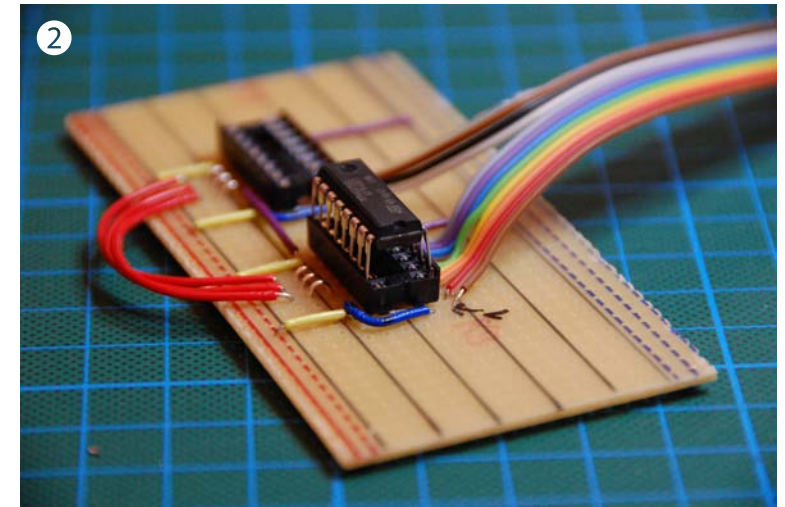
Wie schon vorher erwähnt: Immer, wenn irgendwo bei der Arbeit Kabel wegfallen oder sich lösen: Großartig! Der Fehler hätte uns später geärgert (und da kommen erfahrungsgemäß genug). Nicht ärgern sondern freuen, beseitigen und weiter gehts!

Chips bestücken

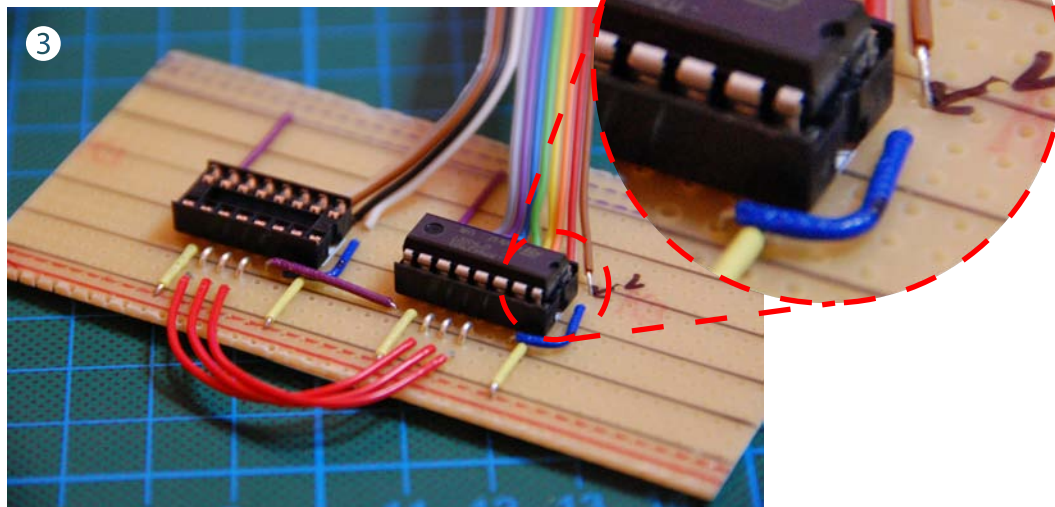


Links: Wenn die Flachbandkabel angelötet sind, können die Chips eingesetzt werden. Ein großer Moment im Leben eines QLOCKTWO-Bastlers!

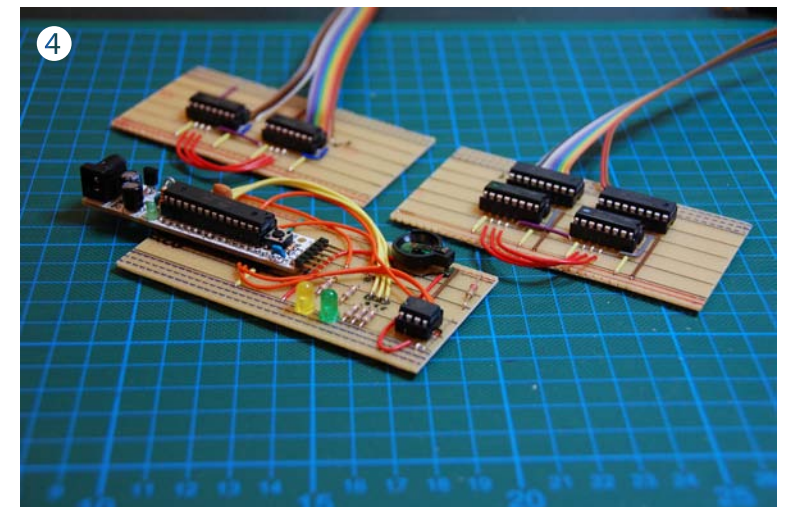
Rechts: Die Chips sind (aus mir unbekanntem Gründen) ein klein wenig größer als die Fassungen. Daher muß man sehr behutsam die Beine etwas zusammendrücken.



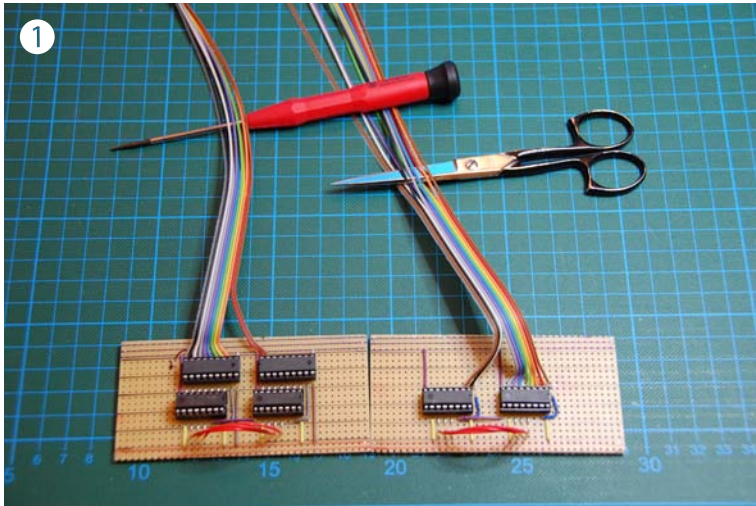
Unten: Die Chips haben als Markierung für die Richtung eine kleine Aussparung oder „Nase“. Die Fassungen haben diese Nase auch.



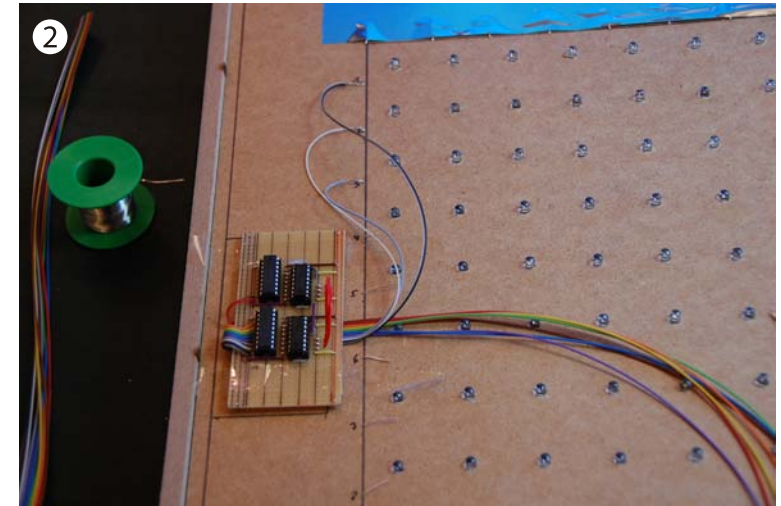
Unten: Jetzt sind alle Platinen bereit und müssen „nur noch“ an die Matrix angeschlossen und untereinander verbunden werden.



Steuerplatinen anschliessen (fortgesetzt)

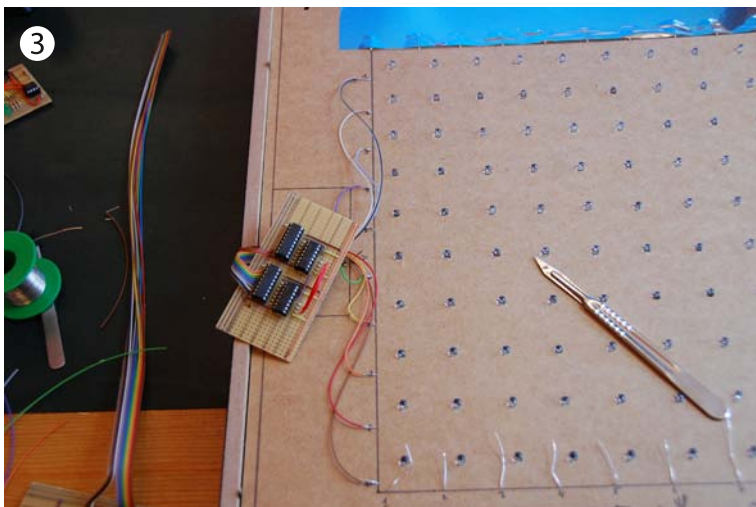


Links: Die Flachbandkabel werden am Besten mit einem Skalpell in die Einzeladern aufgetrennt. Ein paar Zentimeter kann man zusammen lassen, da das Kabel unter der Platine geführt wird.

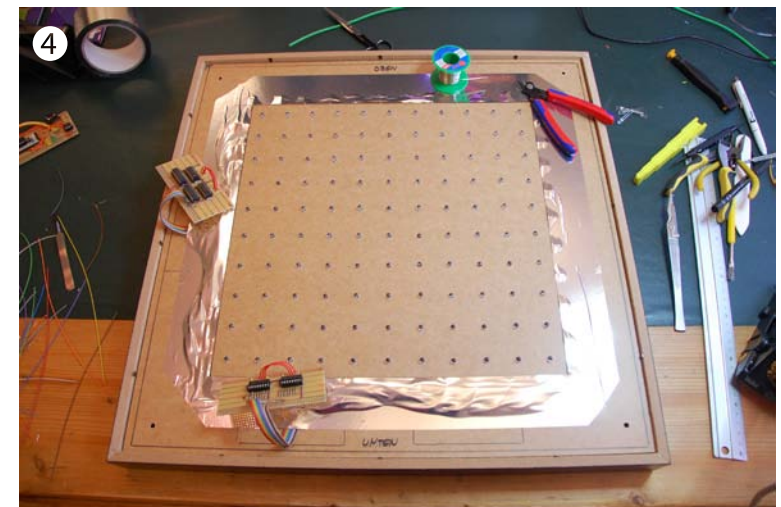


Oben: Die Kabel werden an die Matrix angelötet. Achtung! Der mit „1“ markierte Ausgang ist die oberste Reihe, das bedeutet, die Kabel müssen beim Anoden-Multiplexer gekreuzt werden.

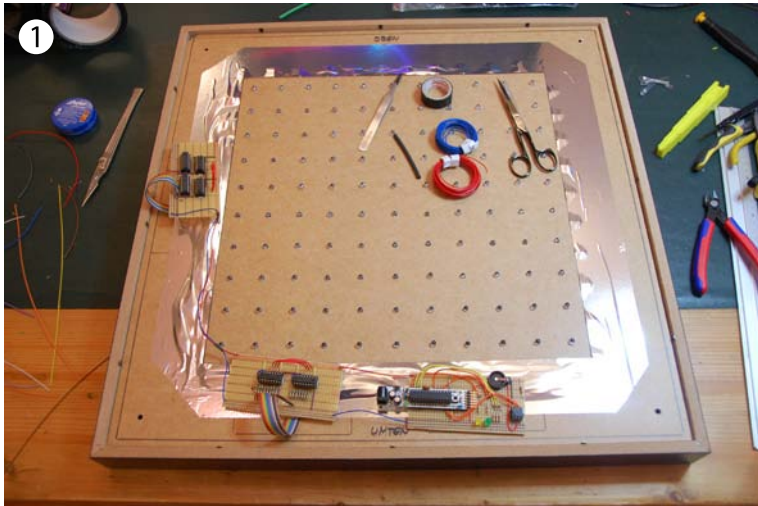
Unten: Der fertig angelötete Anoden-Multiplexer.



Rechts: Der zweite Multiplexer wird genauso angelötet, die Adern müssen aber nicht gekreuzt werden. Danach werden die Ausgänge der Matrix isoliert, damit es keine Kurzschlüsse gibt und die Kabel sich nicht verheddern.

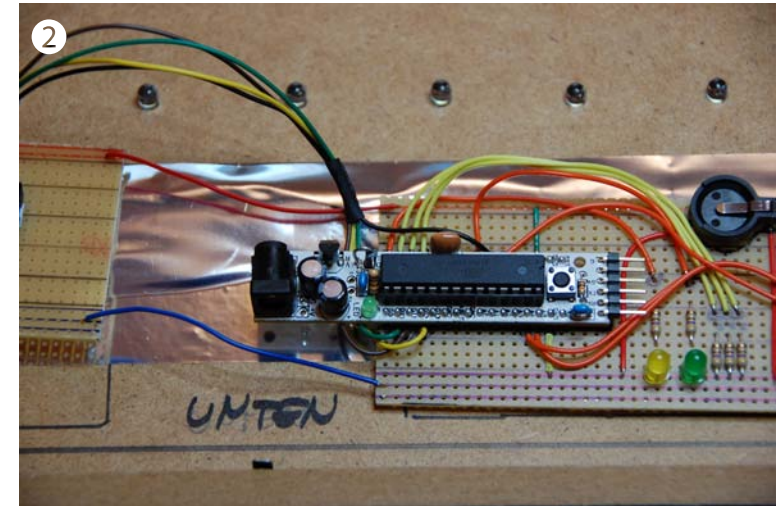


Steuerplatinen verbinden

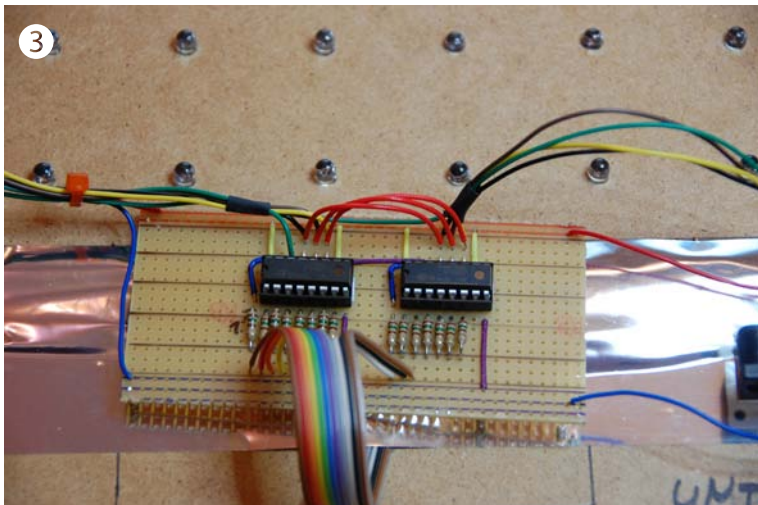
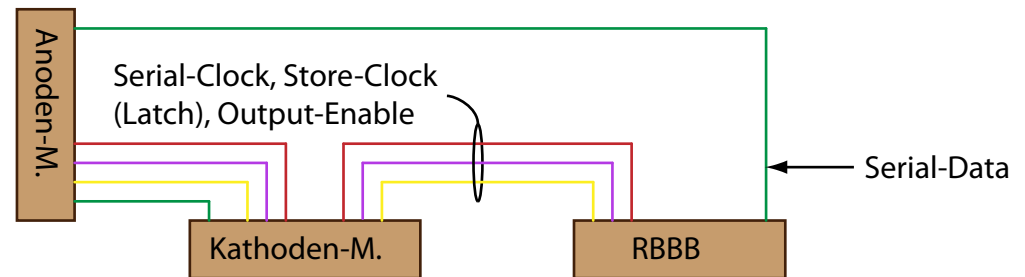


Links: Mit roten und blauen Kabeln werden die Vcc- und Ground-Bereiche auf den Platinen miteinander verbunden.

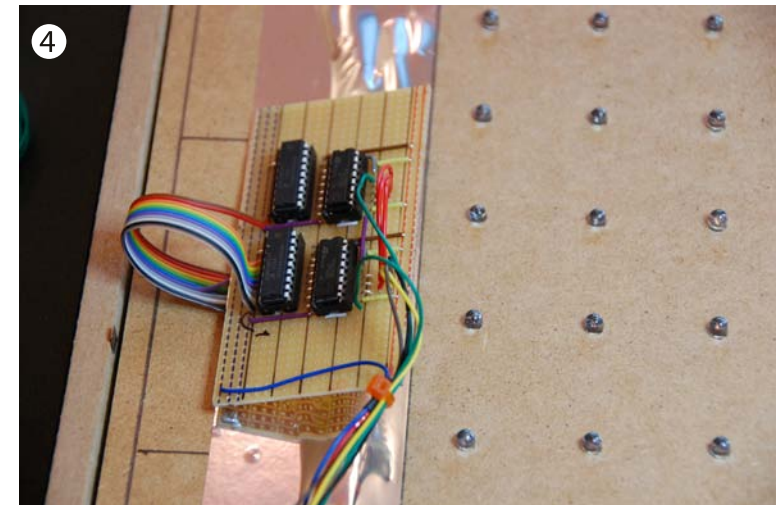
Rechts: Serial-Clock, Store-Clock (Latch), Serial-Data und Output-Enable werden aus dem RBBB herausgeführt. Das Serial-Out-Kabel muß so lange sein, daß es an den Anoden-Multiplexer oben passt! Der Rest der Kabel wird von Platine zu Platine durchgeschliffen.



Unten: Serial-Clock, Store-Clock (Latch) und Output-Enable gehen in den Kathodenmultiplexer rechts rein und links raus. Das Serial-Data-Kabel geht weiter, links kommt es vom Anoden-Multiplexer.



Rechts: Serial-Clock, Store-Clock (Latch) und Output-Enable kommen vom Kathoden-Multiplexer. Serial-Data geht vom RBBB kommend oben rein, unten geht es raus und wird an den Kathoden-Multiplexer gereicht.

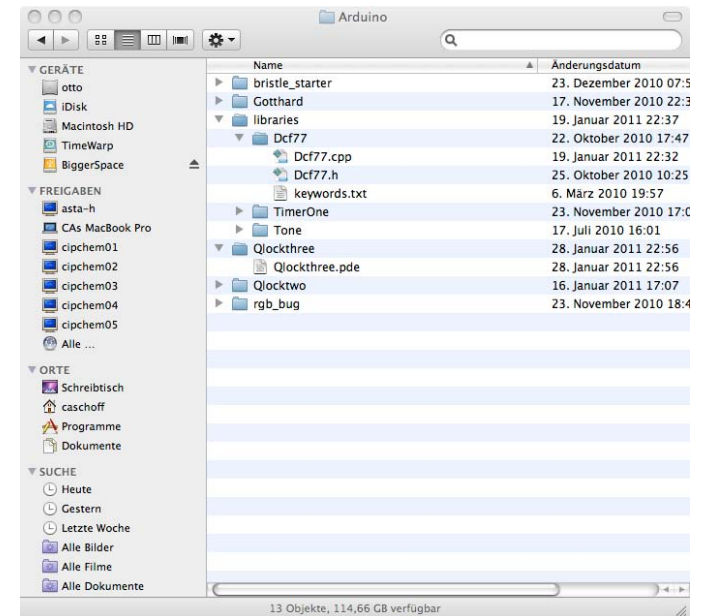


Ausflug: Wie kommt die Software auf den RBBB?

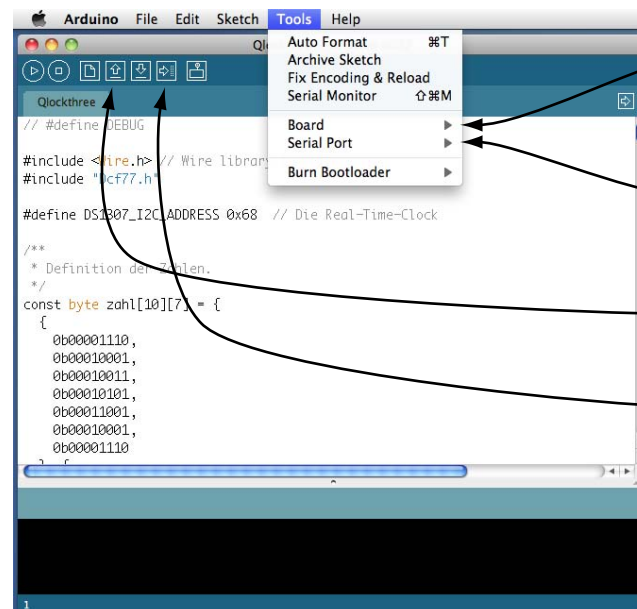
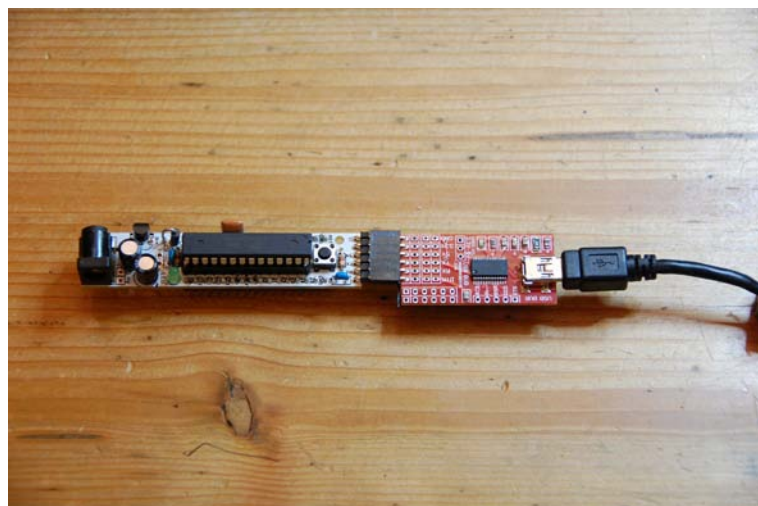


Links: Die Entwicklungsumgebung lädt man unter www.arduino.cc kostenlos herunter und installiert sie (zusammen mit den FTDI-Treibern!).

Rechts: Der entpackte Arduino-Ordner **muß** unter Documents (Windows: „My Documents“) liegen. Andernfalls werden die Bibliotheken nicht gefunden.

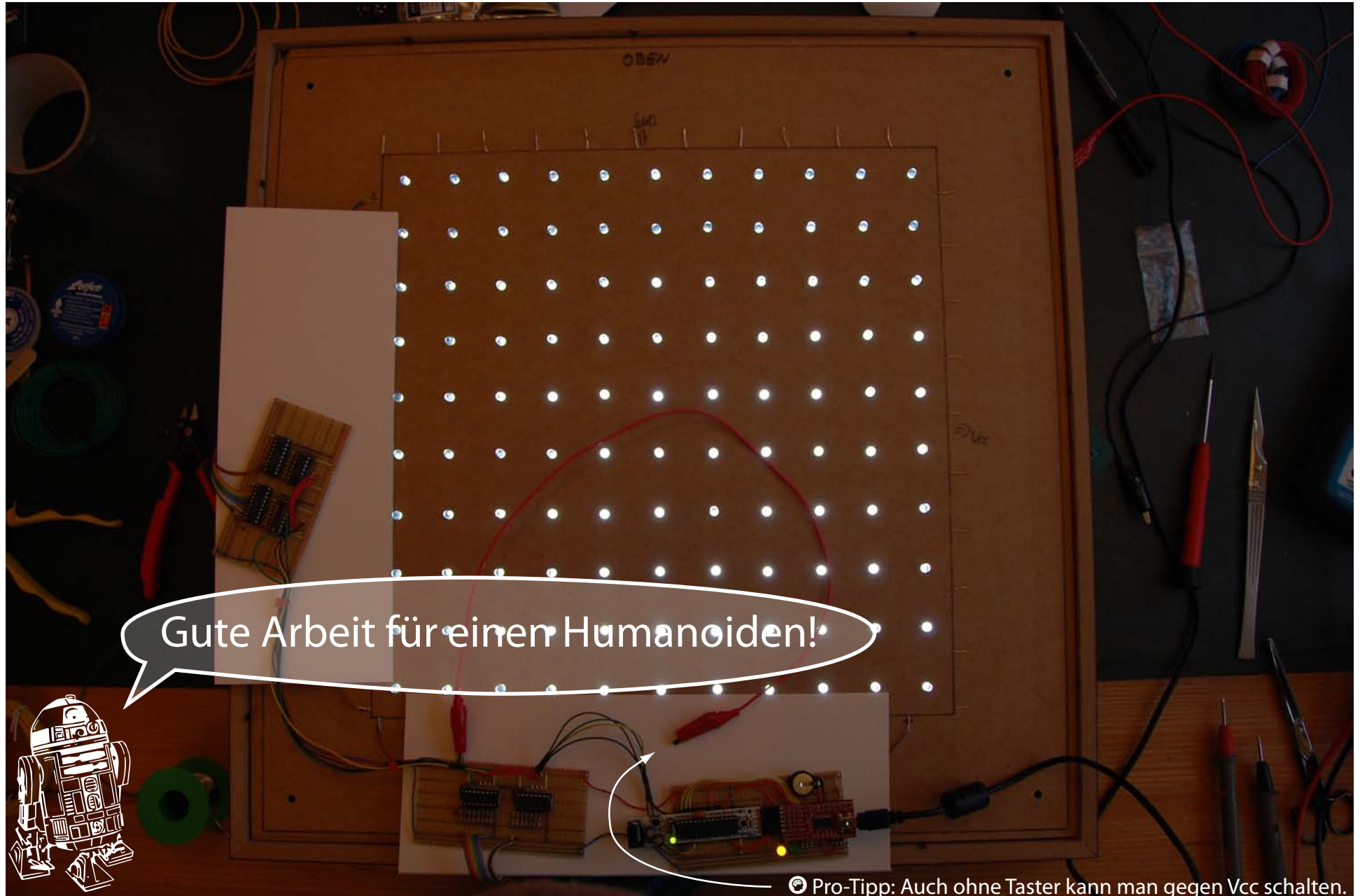


Unten: An den RBBB wird der USB-BUB angeschlossen, dieser via USB an den Computer.

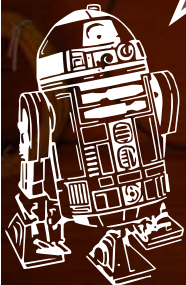


- 1 Board auswählen: Arduino Duemilanove w/ ATmega328
- 2 Serial Port auswählen: irgendwas mit USB (je Rechner verschieden).
- 3 Qlockthree.pde öffnen
- 4 Auf das RBBB hochladen

Es werde Licht!

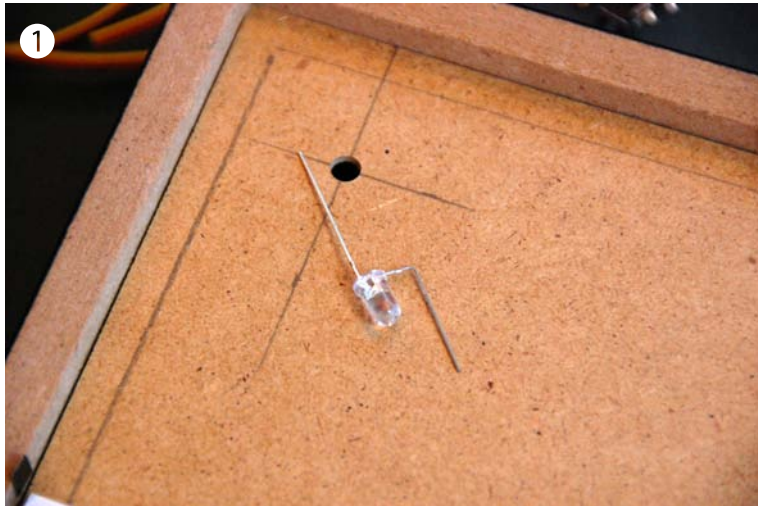


Gute Arbeit für einen Humanoiden!

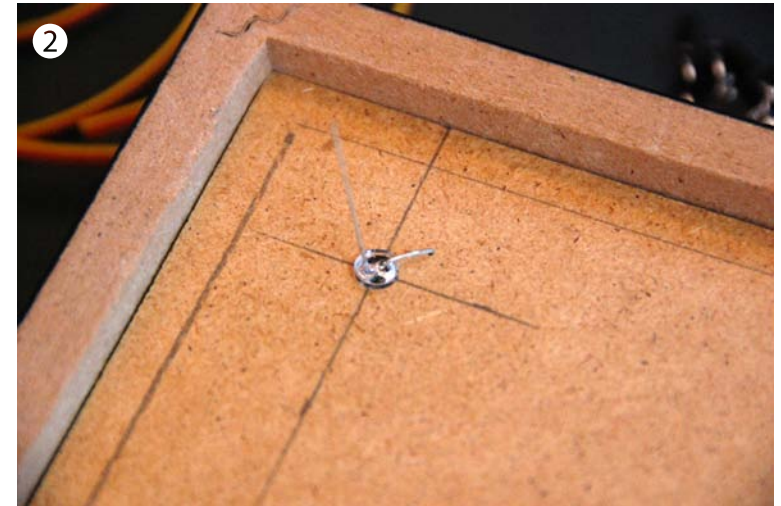


Pro-Tipp: Auch ohne Taster kann man gegen Vcc schalten.

Eck-LEDs anschliessen

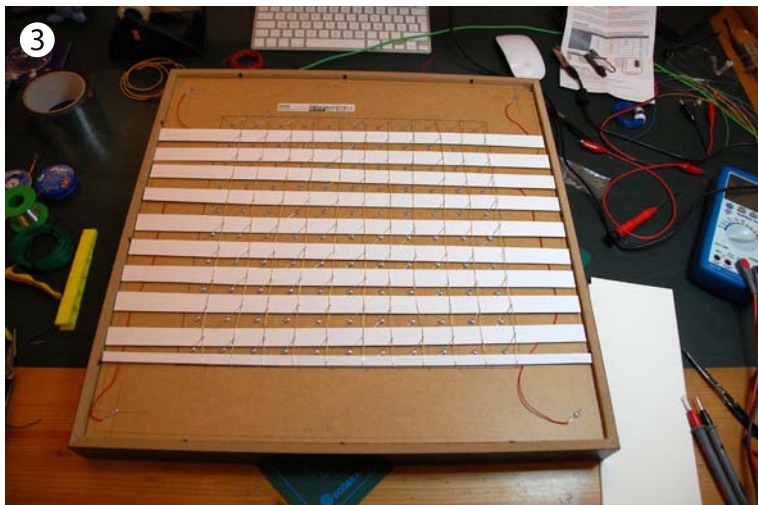
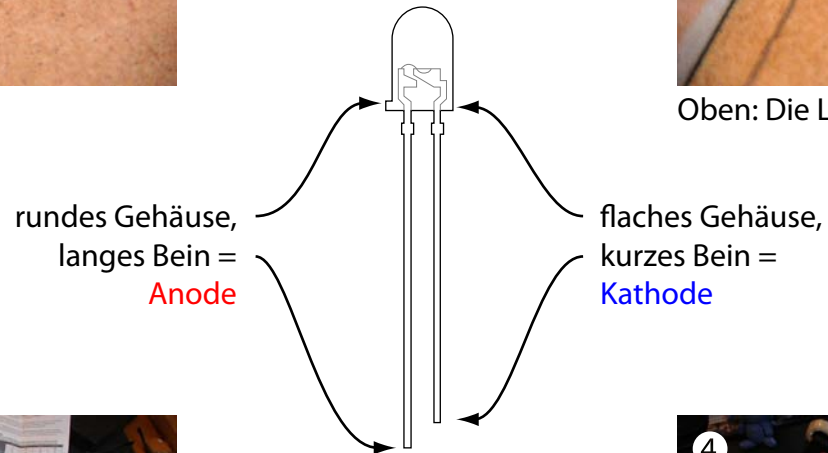


Links: Die Kathode der Eck-LEDs wird so umgebogen, daß sie durch das kleine Loch passt.

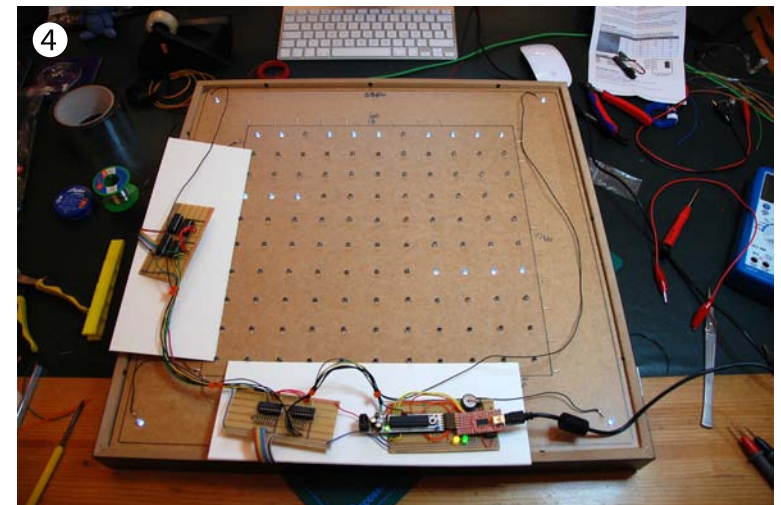


Oben: Die LEDs werden in die Löcher gesteckt.

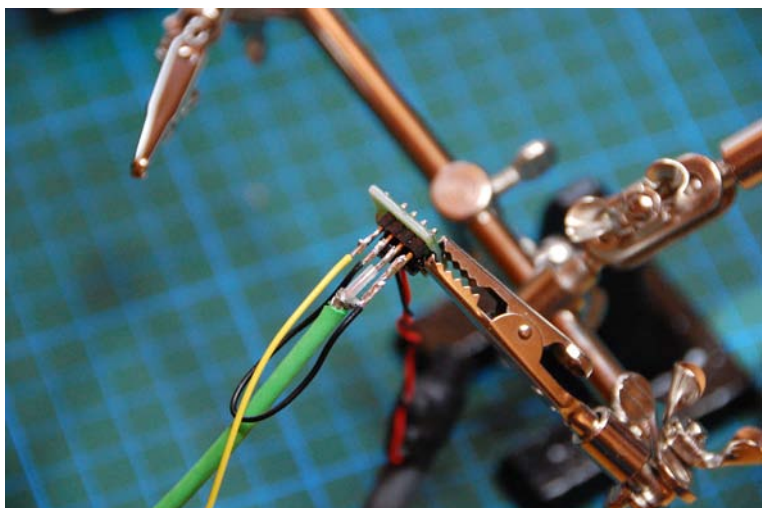
Unten: Die Anoden der LEDs werden an die Matrix angelötet. Oben links an die 1. Reihe, oben rechts an die 2., unten rechts an die 3. und unten links an die 4.



Rechts: Die Kathoden werden an den Kathoden-Multiplexer angelötet. (Reihenfolge: Oben links, oben rechts, unten rechts, unten links.)

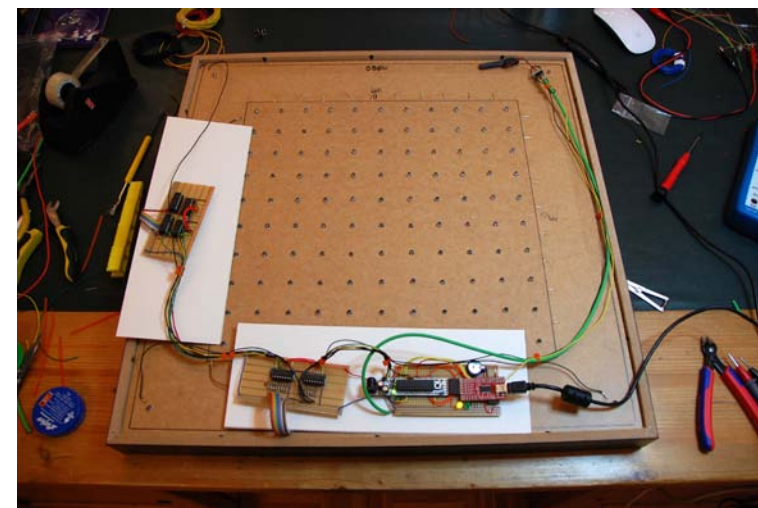


DCF77-Empfänger anschliessen



Oben: Dem DCF77-Empfänger von Pollin liegt ein falsches Datenblatt bei. Bei neuerer Bestellung liegt ein zweites Datenblatt außerhalb der antistatischen Verpackung bei - das ist dann richtig, aber immernoch schwer zu interpretieren.

Oben zu sehen: Links ist die gelbe Stromversorgung (die im neuen Datenblatt auf 3 Volt abgesenkt wurde). Der zweite Pin von rechts ist die Signalleitung. Der Empfänger reagiert empfindlich auf Störungen aller Art, besonders durch das hochfrequente Multiplexing. Daher wird er räumlich weit weg montiert (oben rechts) und die Signalleitung abgeschirmt. Statt einem abgeschirmtem Kabel kann man auch ein normales Kabel nehmen und in Alufolie einwickeln, die dann auf Ground gelegt wird. Die zwei verbleibenden Pins gehen auf Ground, einer zur Stromversorgung und der andere ist „PON“, womit man den Empfänger schlafen legen kann (was wir aber nicht benutzen).

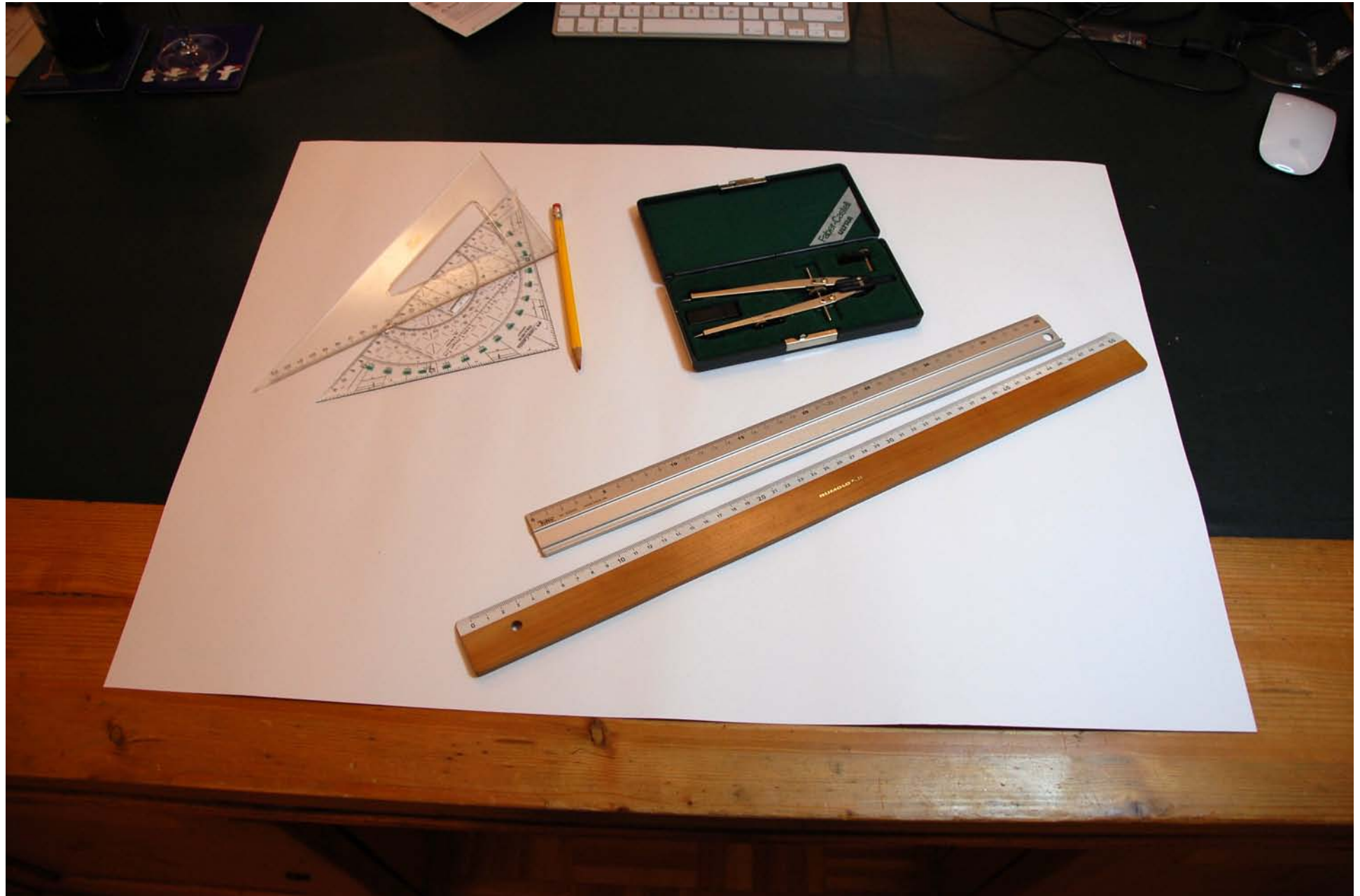


Oben: Der DCF77-Empfänger wird an die Steuerplatine angeschlossen.

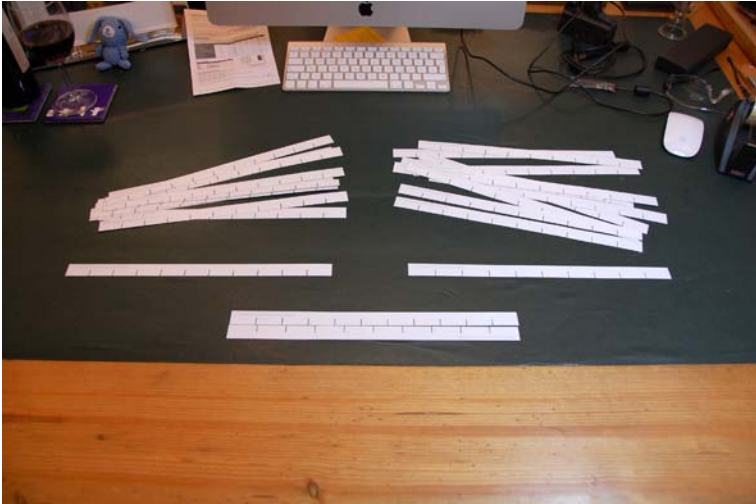
☺ Pro-Tipp: Die Qualität des empfangenen Signals lässt sich gut an der LED ablesen. Da das Zeitsignal mit einem Impuls von 100ms Länge (für eine 0) und 200ms Länge (für eine 1) pro Sekunde übertragen wird, muß die LED im Gleichtakt mit der LED von der Real-Time-Clock leuchten. Einmal pro Minute muß sie für eine Sekunde dunkel bleiben, das ist der Synchronisierungs-Punkt. Wenn die LED wild flackert ist der Empfang gestört (durch den Computermonitor oder Ähnliches).

Mit der Elektronik sind wir jetzt (fast) fertig! Noch fehlen die Taster, aber die heben wir uns bis zum Schluß auf. Da die Taster ja mit dem Gehäuse und der Steuerplatine verbunden sind, ist das Öffnen/Schliessen des Ribba-Rahmens dann mühsamer. Also machen wir erst alles Andere fertig, und zum Schluß kommen dann die Taster. Va bene?

Lichtgitter bauen

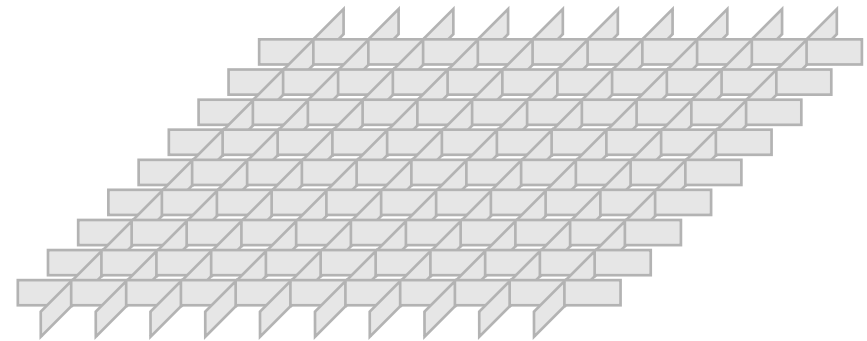


Lichtgitter bauen (fortgesetzt)



Das Lichtgitter soll verhindern, daß die LEDs auf benachbarte Buchstaben leuchten. Dazu schneiden wir aus dem Fotokarton 2,5 cm hohe Streifen mit einer Länge von 35 cm. Diese Streifen unterteilen wir in 11 Teile (auf 11 Streifen) und in 10 Teile (auf 12 Streifen). Entlang diesen Unterteilungen schneiden wir die Streifen bis zur Hälfte zweimal ein. Dann stecken wir die Streifen geschickt ineinander und erhalten das unten abgebildete Gitter.

Das ist einer der fummeligsten Arbeiten überhaupt, also ruhig bleiben!



350 mm

11*horizontal (zweimal nicht einschneiden)

31,8 mm

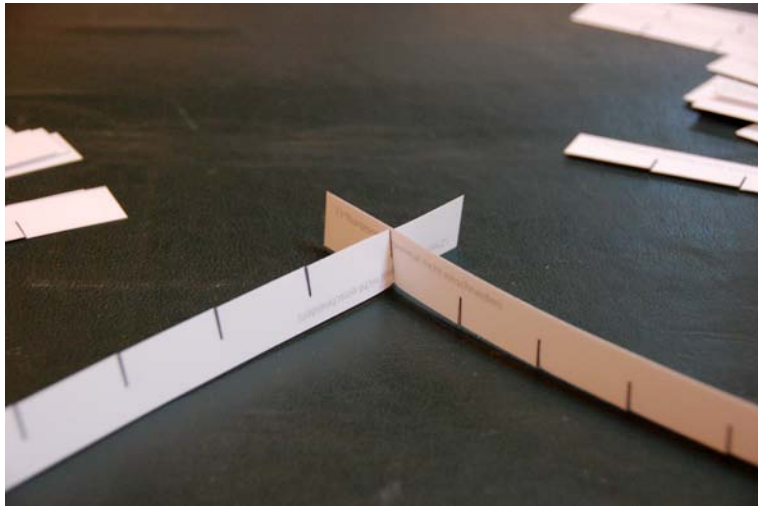
12*vertikal (zweimal nicht einschneiden)

25 mm

35 mm

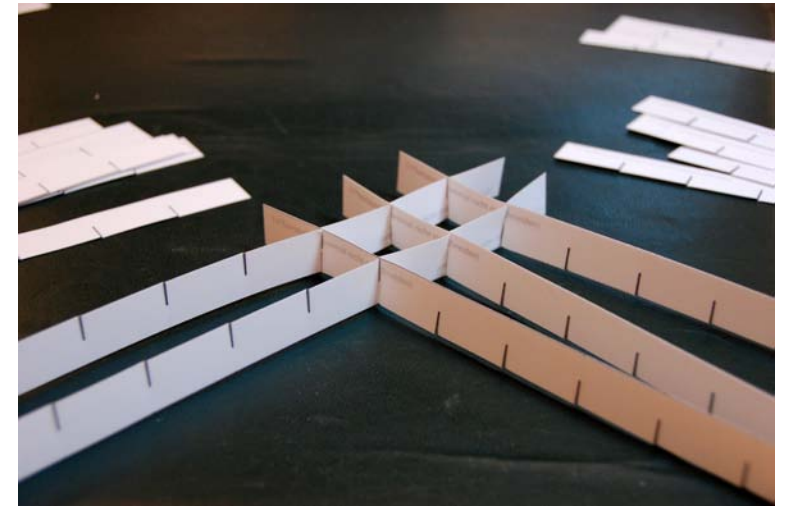
An diesen Markierungen doppelt einschneiden!

Lichtgitter bauen (fortgesetzt)

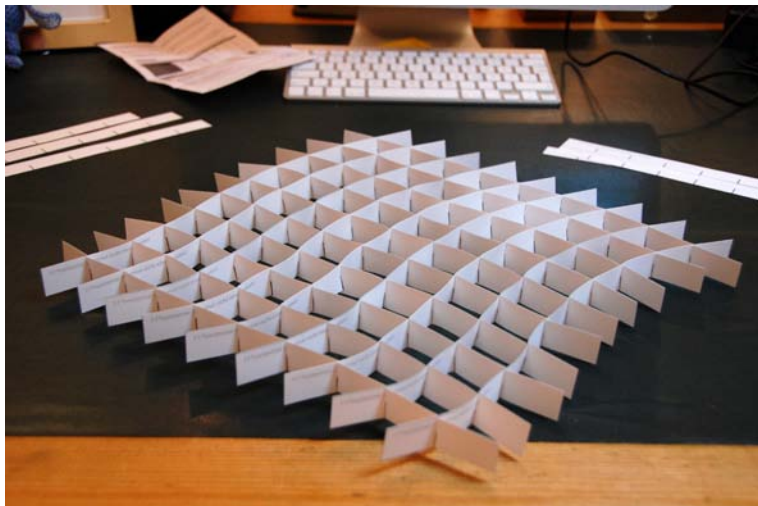


Links und rechts: Die zur Hälfte eingeschnittenen Gitterstreifen werden ineinandergesteckt.

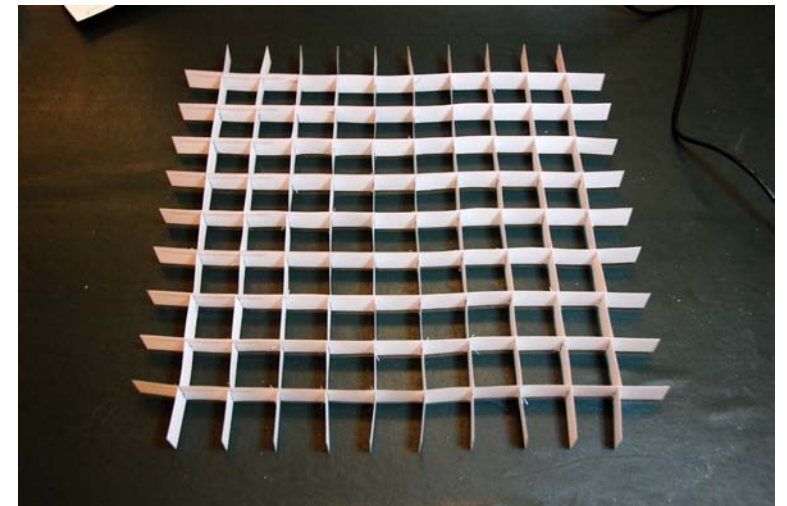
☞ Pro-Tipp: Wenn man die Möglichkeit hat, die Gitterstreifen zu laminieren: unbedingt nutzen! Sie werden dadurch wesentlich stabiler und reißen nicht so schnell aus.



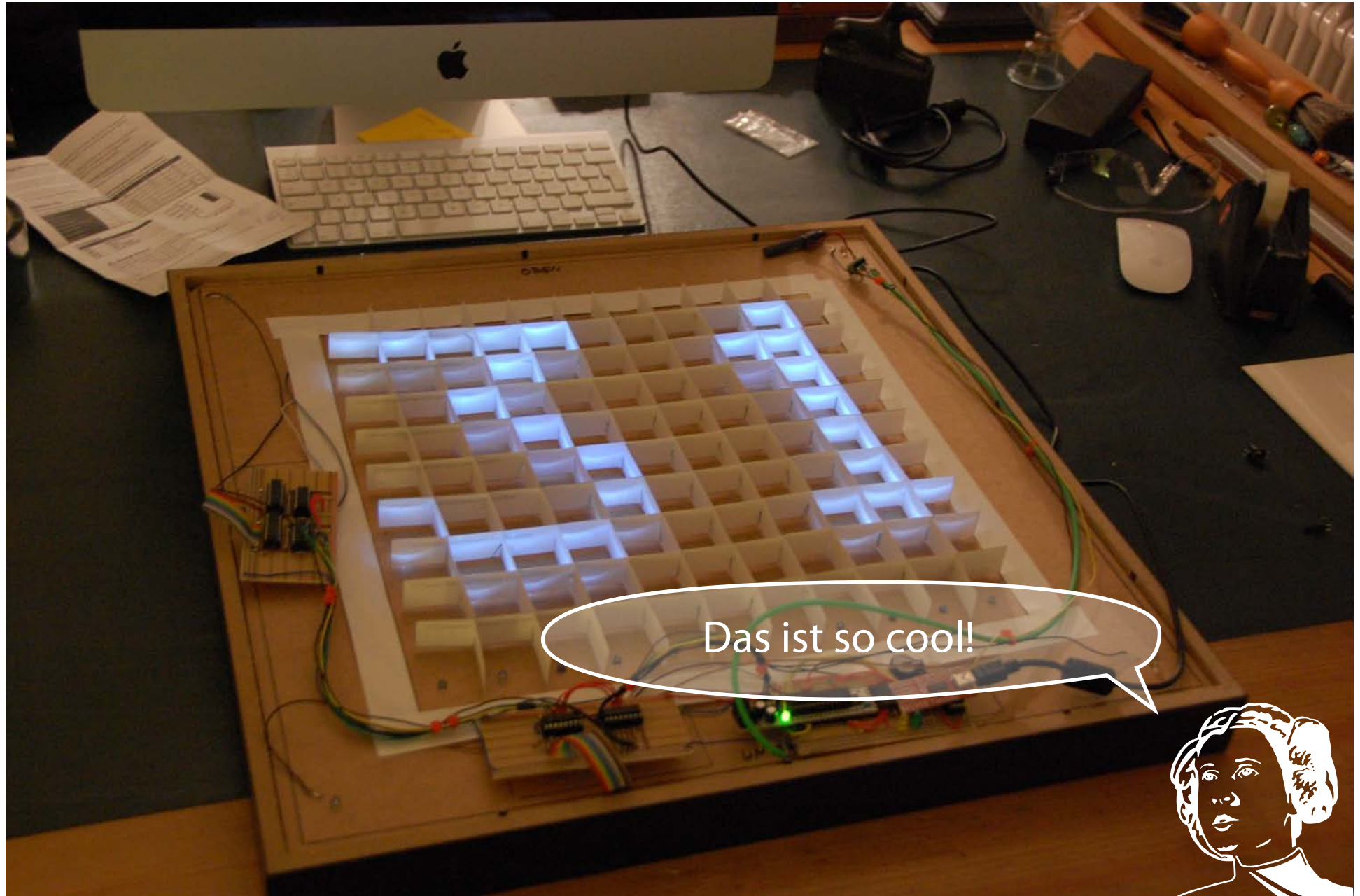
Unten: So sieht ein Gitter aus, wenn man den Schnitt nur einmal ausführt! Das ganze Gitter spannt, da das Papier zwar dünn ist, aber eben doch etwas Platz im Schnitt braucht.



Unten: So sieht es besser aus. Durch den Doppelschnitt haben die Streifen Platz und das Gitter ist schön regelmäßig. Zur Belohnung kann man es mal aufsetzen (nächste Seite).



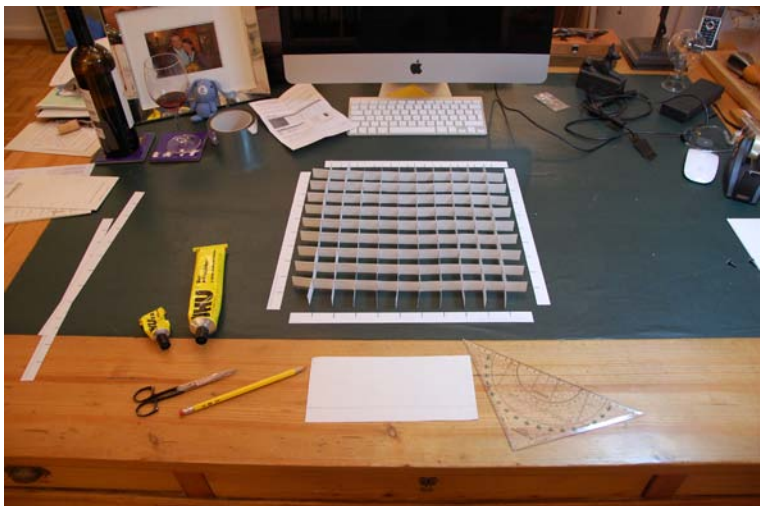
Lichtgitter bauen (fortgesetzt)



Das ist so cool!

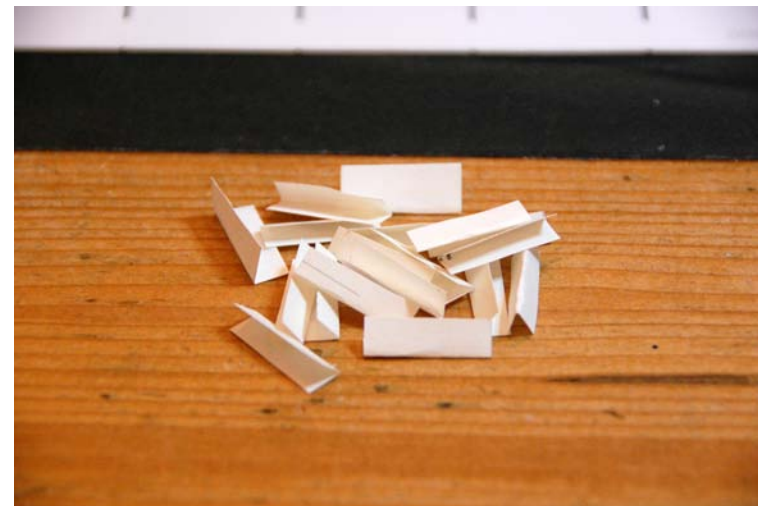


Lichtgitter bauen (fortgesetzt)

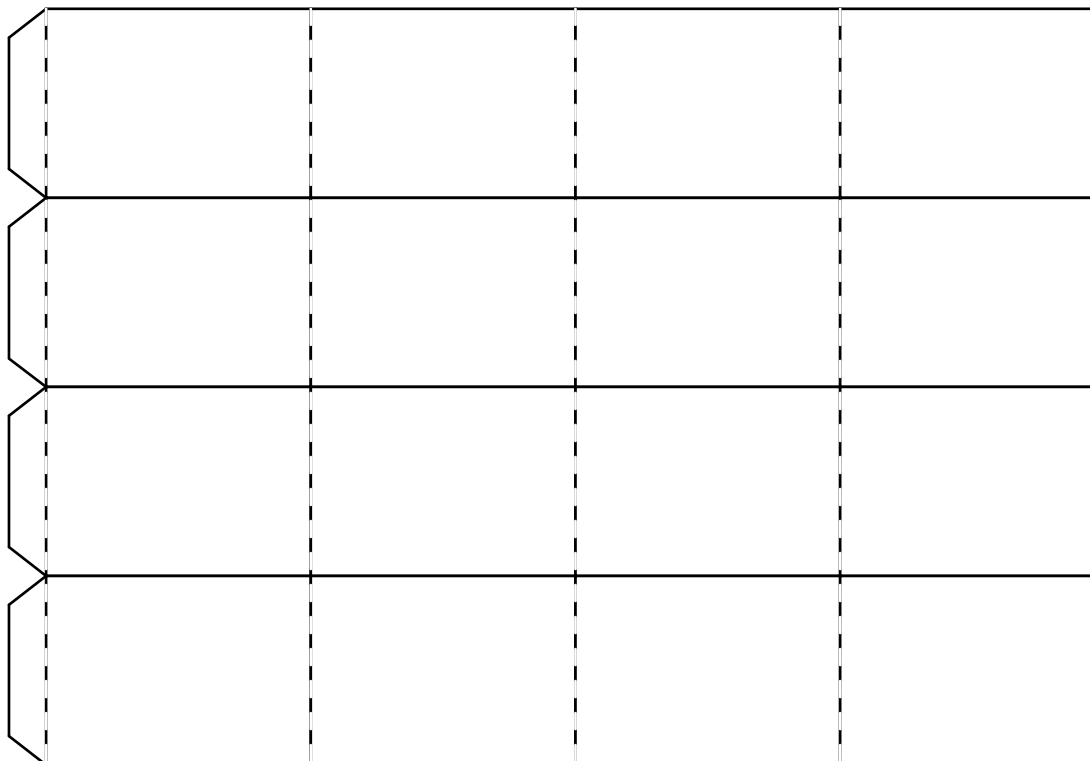


Links: Jetzt müssen noch die „Außenwände“ montiert werden. Dazu brauchen wir ein paar 2,5 cm hohe Papierstreifen und Klebstoff (und etwas Geduld).

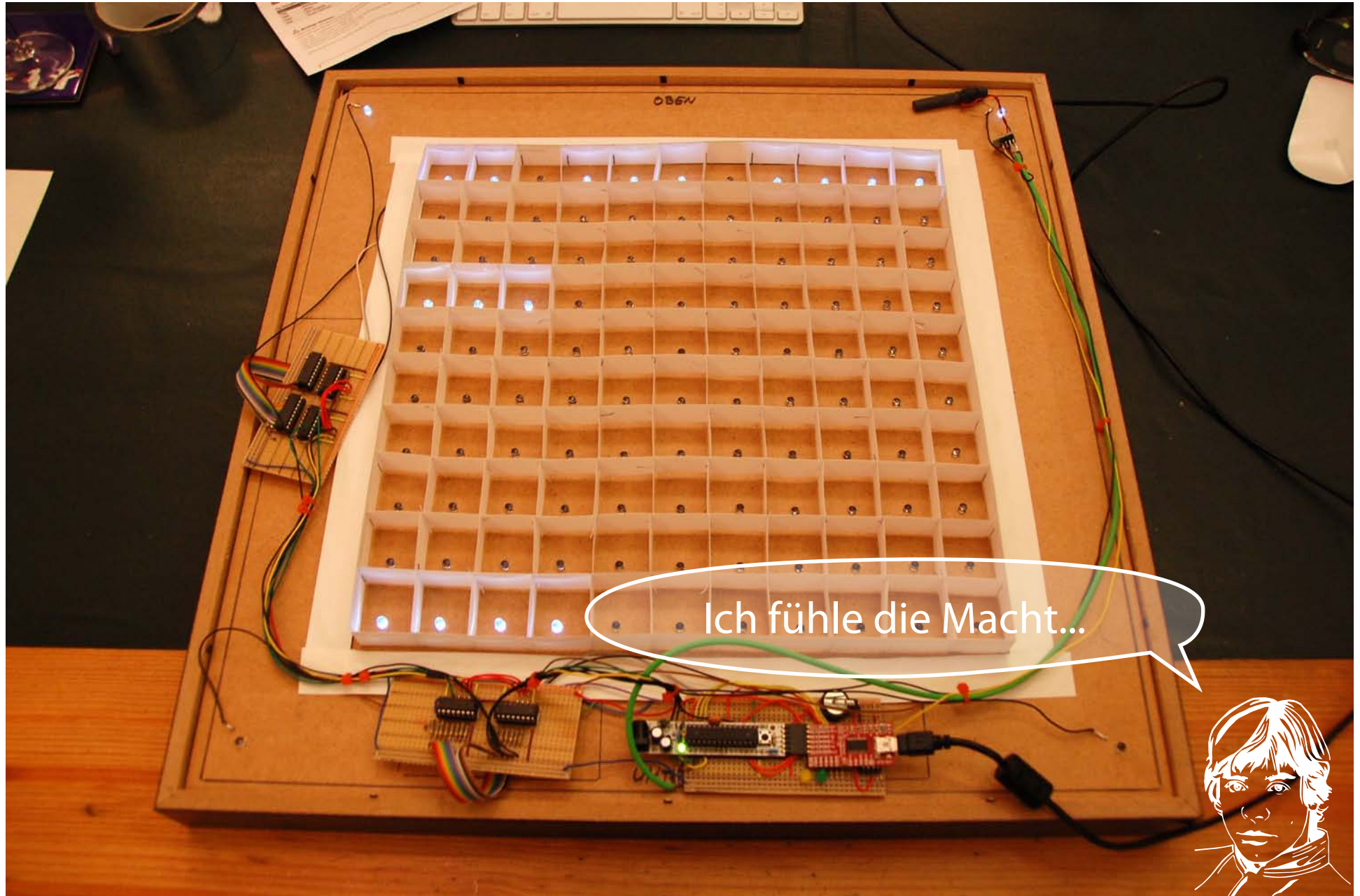
Rechts: Aus den Papierstreifen machen wir uns einen Haufen 2,5 cm hohe „Ecken“, mit denen wir dann die Streifen für die Außenwände an die frei stehenden Gitterstreifen kleben.



Für die Eck-LEDs brauchen wir vier separate Kästchen. Das Muster rechts ist im Maßstab 1:1. Einfach ausschneiden, an den gestrichelten Linien falten und zusammenkleben.



Lichtgitter bauen (fortgesetzt)



Folie kaschieren



Folie kaschieren (fortgesetzt)



Zuerst wird die Glasplatte mit dem Glasreiniger sauber geputzt. Was später zwischen Folie und Glas ist, kann nie wieder entfernt werden.

Dann wird die Glasplatte mit Spülwasser eingeschmoddert. Tipp: Einfachstes Spülmittel ohne Zusätze wie Handbalsam etc. nehmen.



Bei dem Abziehen der Folie von dem Trägermaterial aufpassen, es bleiben gerne die feinen Innenteile von Buchstaben hängen.

Am Besten zieht man die Trägerfolie über eine Tischkante nach unten weg. Eine zweite Person ist hier hilfreich!



Folie kaschieren (fortgesetzt)

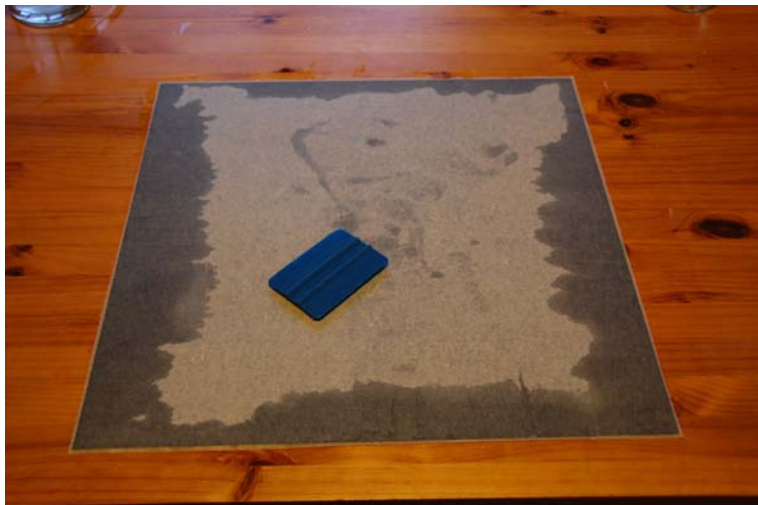


Links: Die abgezogene Folie.

Rechts: Die Folie wird auf das mit Spülmittel eingeschmodderte Glas gelegt. Durch das Spülmittel klebt sie noch nicht fest, sondern ist positionierbar. Wer (so wie ich) viel Spülmittel genommen hat, muß eventuell erst einmal auf der Vorderseite etwas Spülmittel herausdrücken.



Unten: Auf der Rückseite drücken wir jetzt von der Mitte ausgehend mit dem Raker das Spülmittel zwischen Folie und Glas heraus.



Unten: Die fertige Frontplatte mit der aufkaschierten Folie liegt zur Probe auf dem Lichtgitter. Das sieht doch schon ganz gut aus, oder?



Finale: Taster montieren

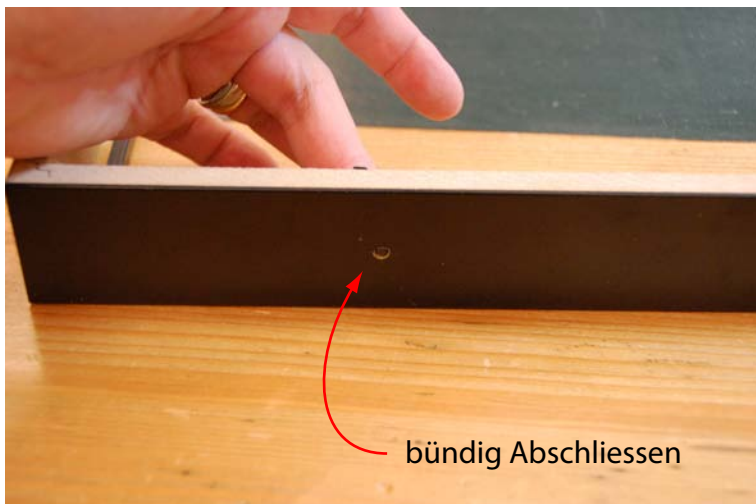


In den Ribba-Rahmen bohren wir drei Löcher. Die Taster sollten nicht alle drei nebeneinander liegen, da man dann später nicht mehr weiss, welcher Taster welche Bedeutung hat. Besser ist es, den Modus-Taster auf die eine und die Stell-Taster auf die andere Seite zu legen.



Oben: Die Taster sind eine winziges Fitzelchen zu kurz, wir müssen daher um das Bohrloch herum die Rahmenstärke etwas dünner machen. Der Rahmen ist aus Presspappe, daher geht das mit einem Teppichmesser ganz gut.

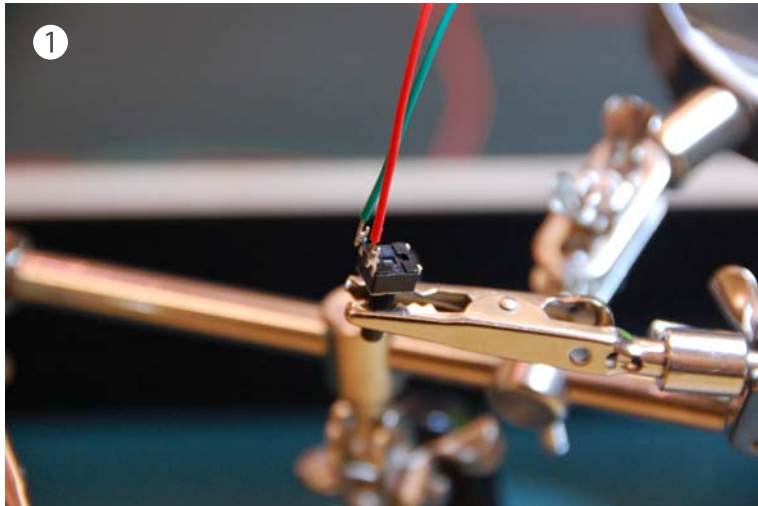
Unten: Die Rahmenverdünnung sollte so sein, daß der Taster bündig mit dem Rahmen abschließt. Keine Bange, man kann ihn dann immer noch drücken.



Rechts: Achtung! Die Taster haben eine schmale und eine breite Seite! Sie schalten zwischen der kurzen Seite, die breiten Seiten bilden einen Kurzschluß.

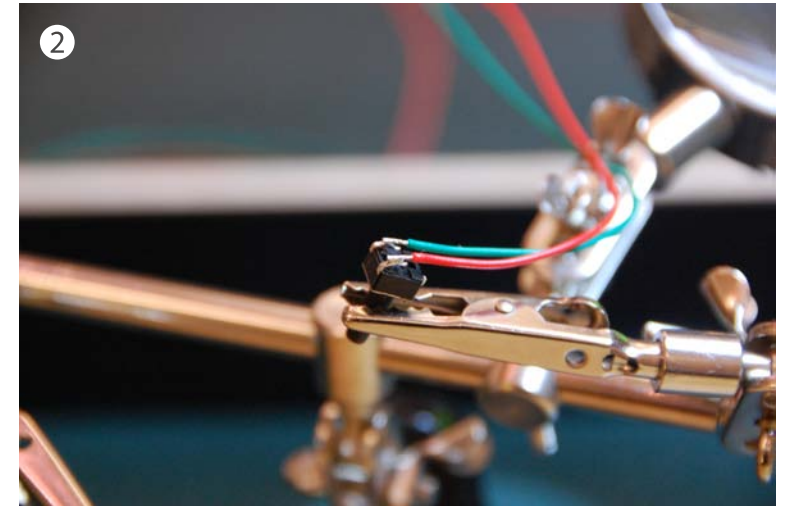


Finale: Taster montieren (fortgesetzt)

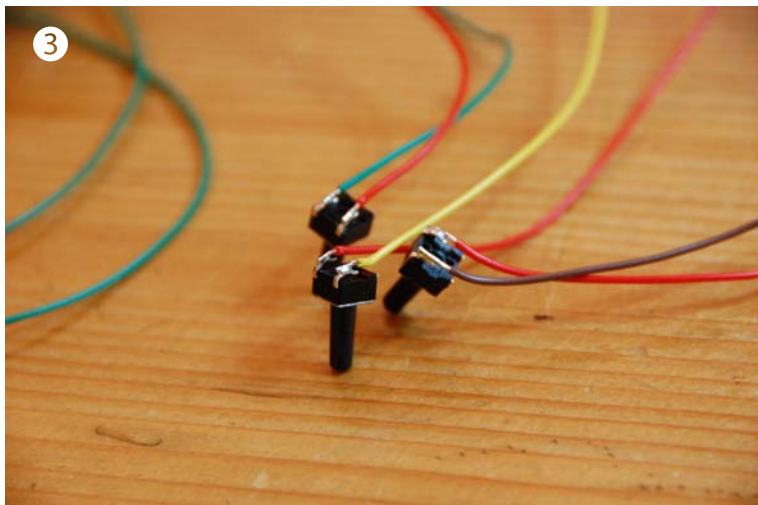


1 Links: Zwei Beine zwicken wir ab, an die anderen beiden Beine löten wir ein rotes Kabel (das geht später an Vcc) und eine buntes Kabel.

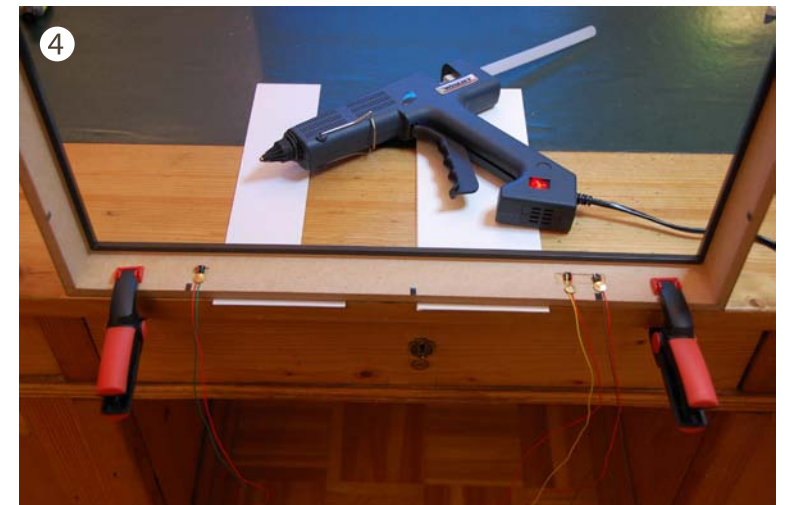
Rechts: Die verlöteten Beine biegen wir auf den Taster um. Der Taster ist später zwischen dem Innenrahmen (Abstandshalter) und der Außenwand, daher sollte er so wenig Platz wie möglich einnehmen.



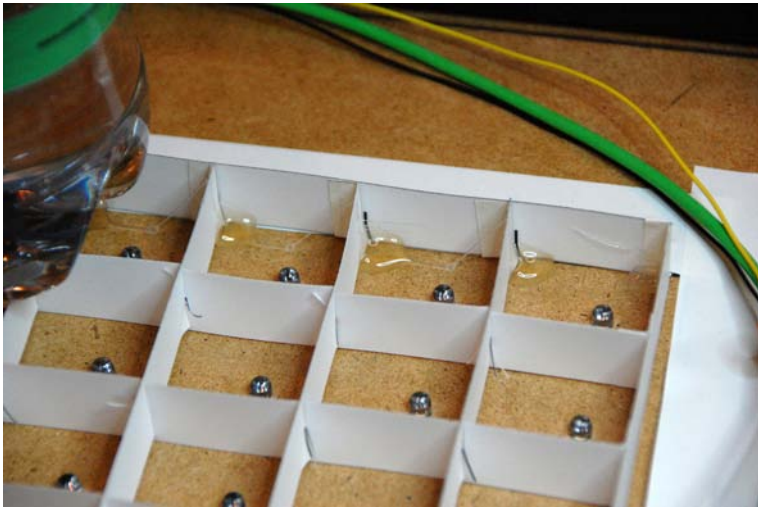
Unten: Unsere drei Taster, alle mit dem roten Kabel für Vcc und bunten Kabeln für den Anschluß an das RBBB.



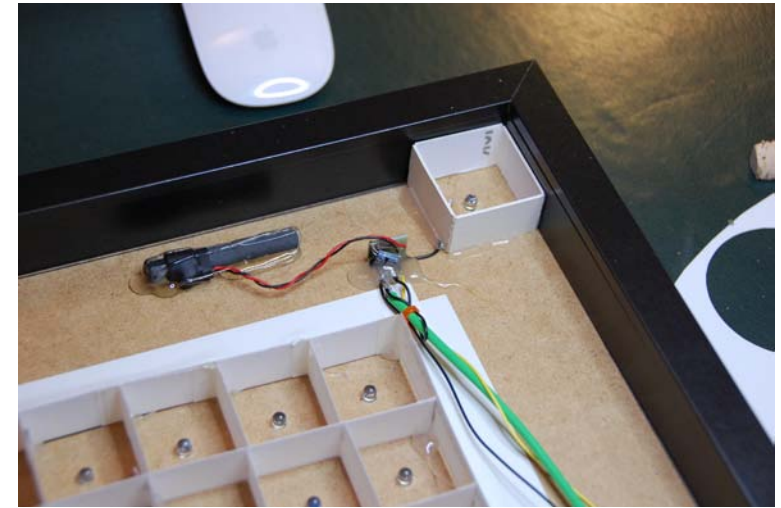
3 Rechts: Um die Taster mit Heißkleber einzugießen wird der Rahmen fest eingespannt, die Taster kann man gut mit Reißzwecken fixieren. Reste des Passepartou dienen als dünne Abstandshalter, damit die Taster nicht von unten herausgedrückt werden.



Finale: Lichtgitter befestigen und Füße schneiden

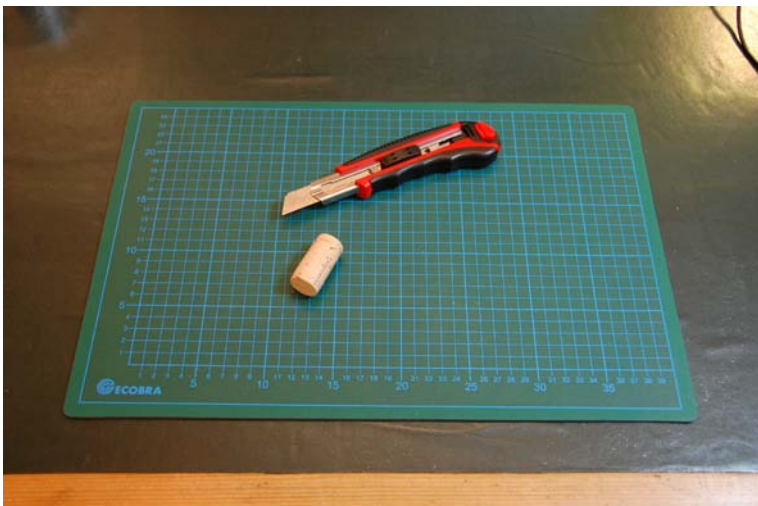


Links: Das Lichtgitter wird mit Heißkleber gepunktet. Einmal rundherum.



Rechts: Die Ecken werden genauso festgeklebt. Dabei kann man auch gleich den DCF77-Empfänger und seine Antenne festkleben. Die Antenne sollte dabei parallel zum Rahmen ausgerichtet sein.

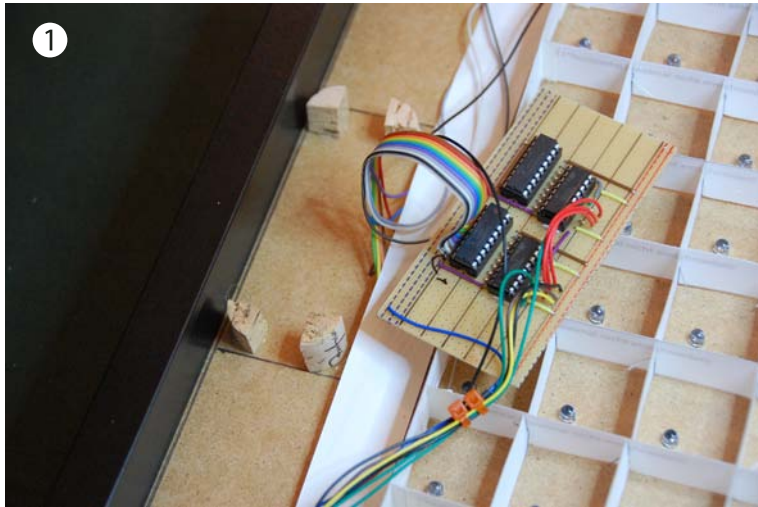
Unten: Als Abstandshalter für die Platinen bereiten wir kleine Füße aus Kork vor. Am Besten ist hierzu der Korken eines Barolos aus der Langhe geeignet.



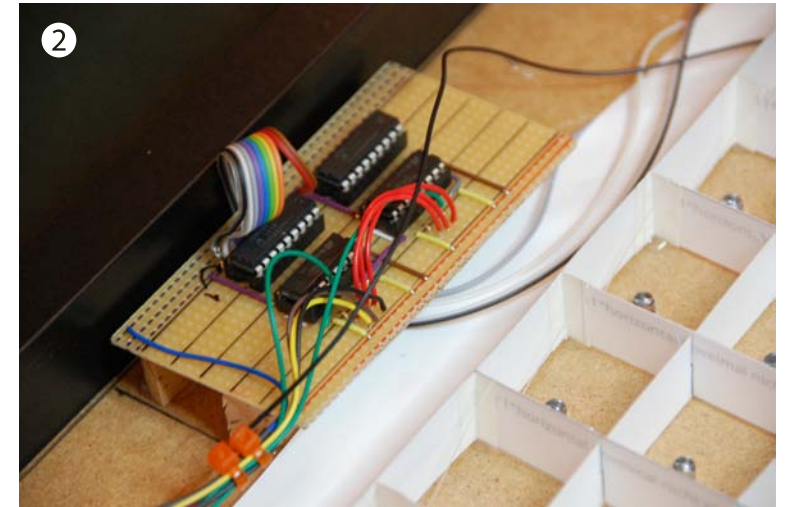
Rechts: Den Korken zerschneiden wir in drei Scheiben, die drei Scheiben in jeweils vier „Kuchensstücke“.



Finale: Platinen festkleben

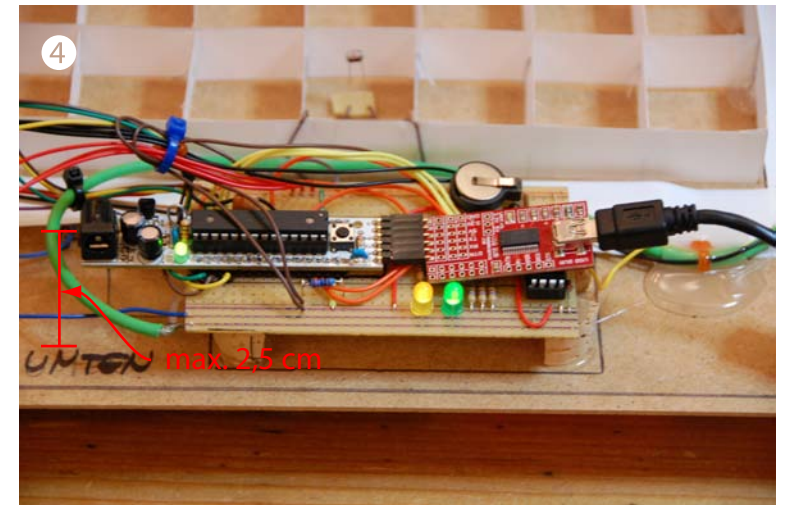
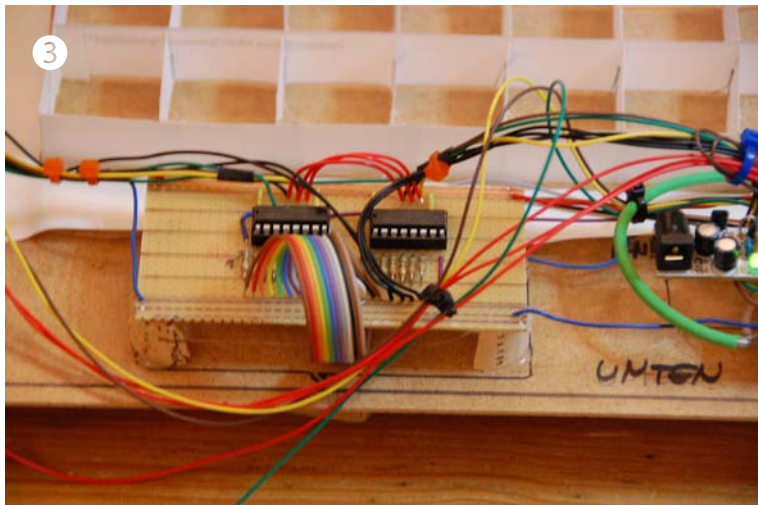


1 Links: Vier von den Beinen werden auf die Rückwand geklebt.



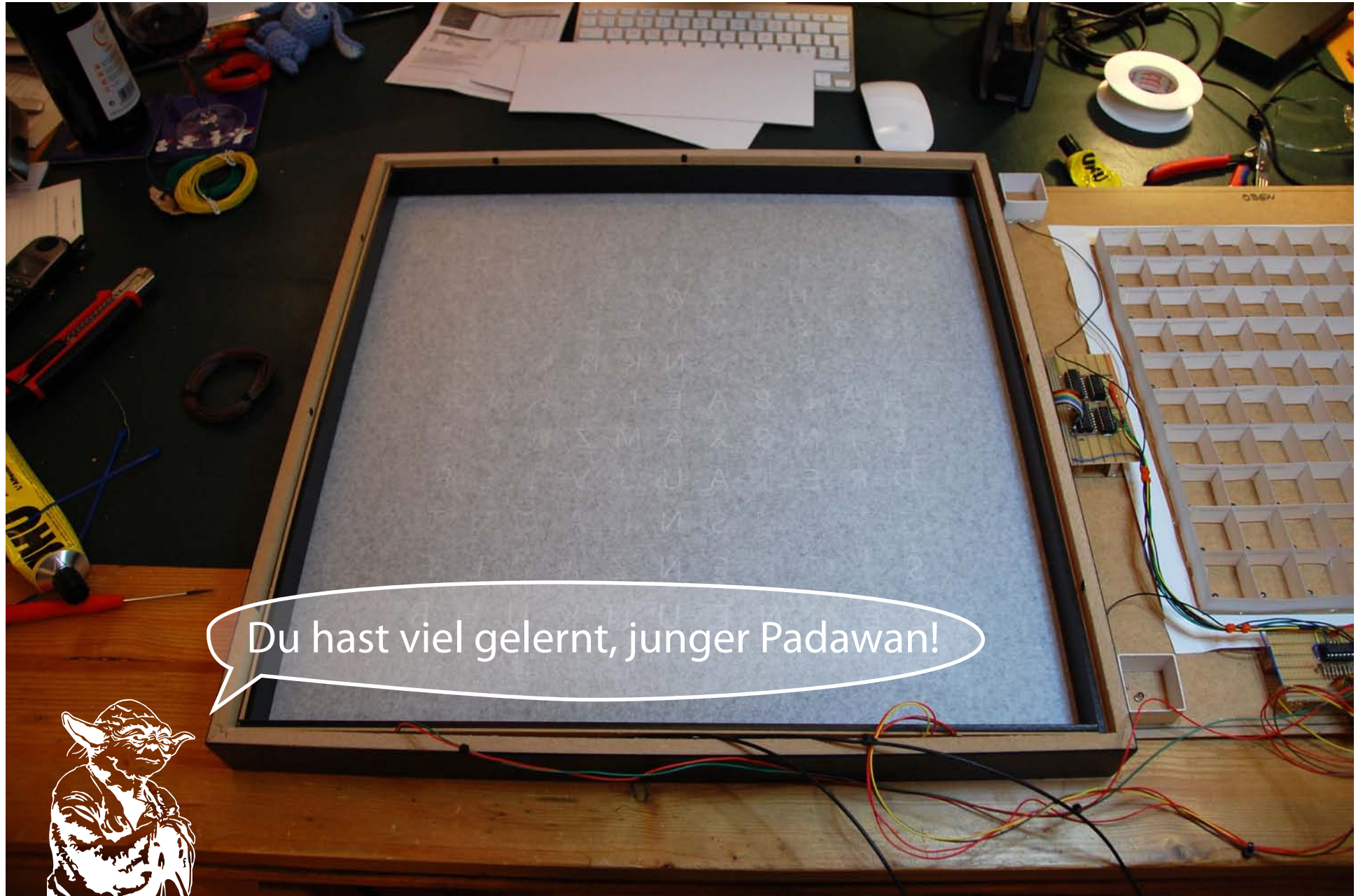
2 Oben: Die Platine wird auf die Korkbeine geklebt.

Unten: Analog zum Anoden-Multiplexer wird auch der Kathoden-Multiplexer verklebt.



3 Rechts: Die Steuerplatine wird aufgeklebt. Achtung! Der höchste Teil der Platine (der Power-Jack) darf an der Oberkante maximal 2,5 cm von der Bodenplatte entfernt sein.

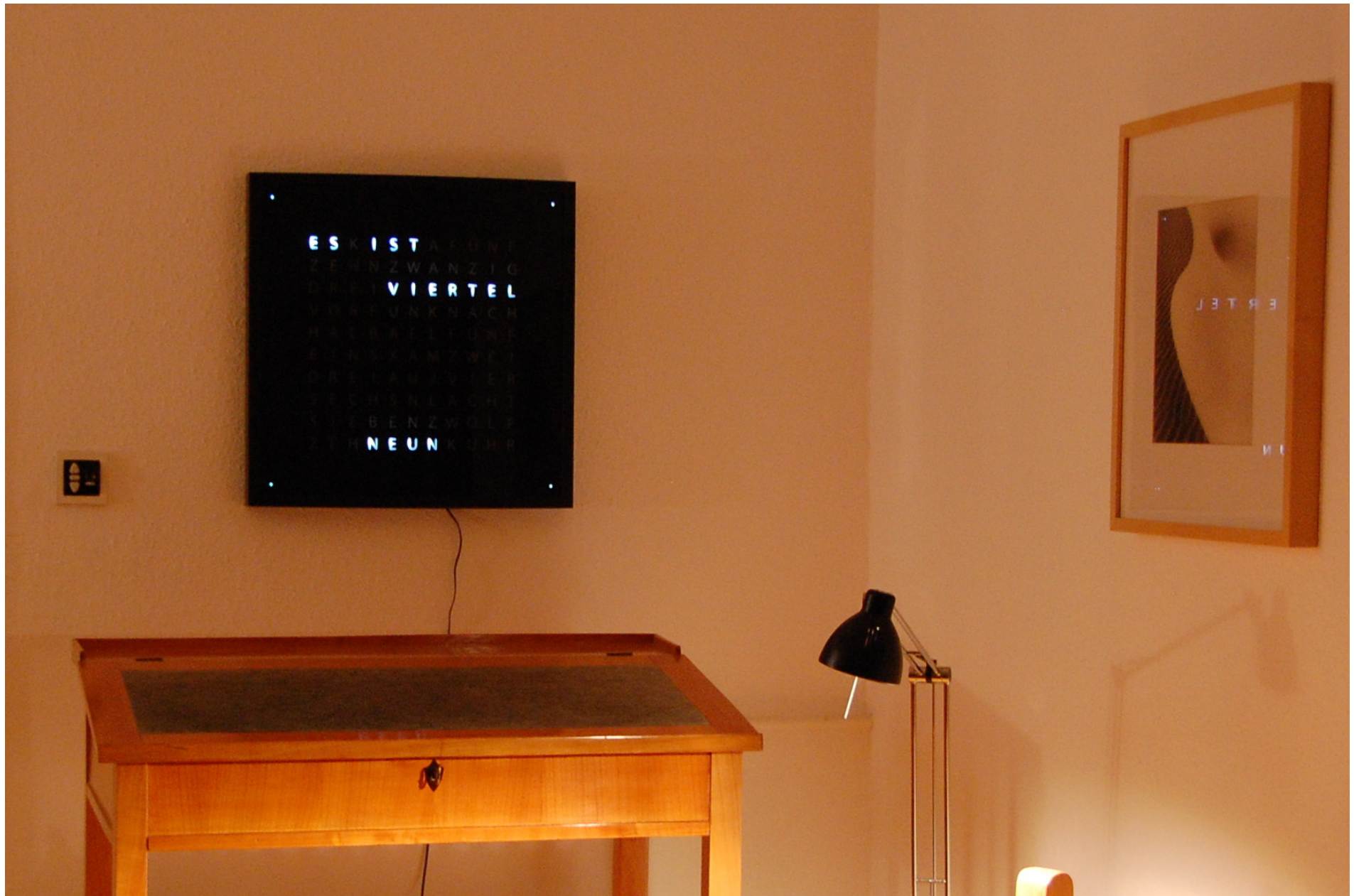
Finale: Frontplatte einsetzen



ES K I S T A F Ü N F
Z E H N Z W A N Z I G
D R E I V I E R T E L
V O R F U N K N A C H
H A L B A E L F Ü N F
E I N S X Ä M Z W E I
D R E I A U J V I E R
S E C H S N L A C H T
S I E B E N Z W Ö L F
Z E H N E U N K U H R

GRATULATION!

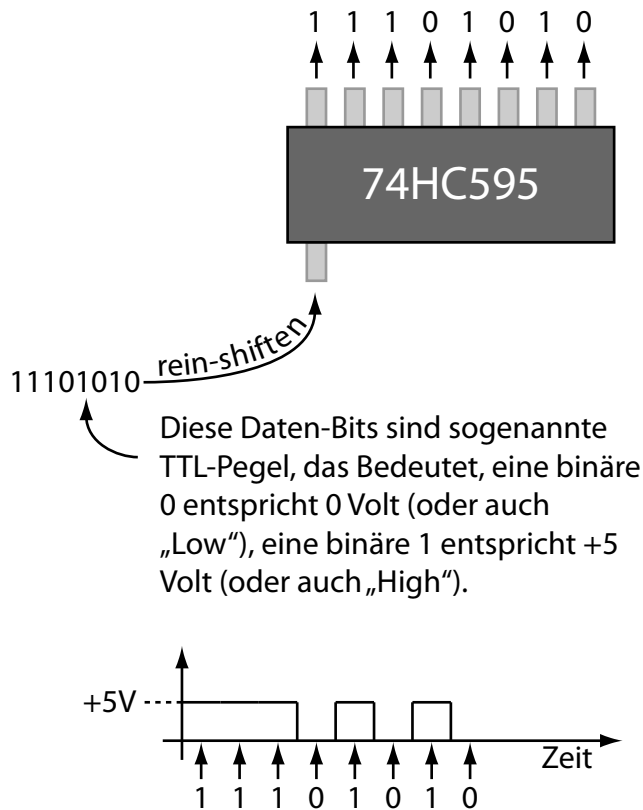
Appendix A - wie funktioniert die QLOCKTWO?



LED-Matrix-Multiplexing: das Shift-Register

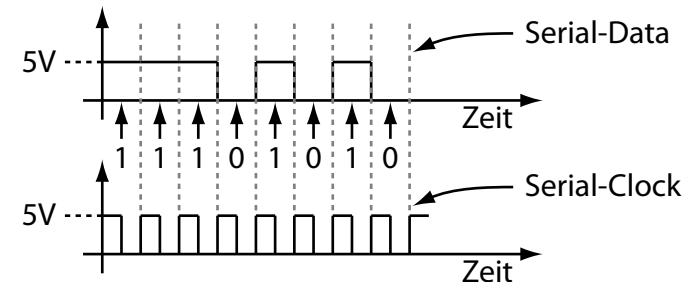
Die Matrix der QLOCKTWO besteht (neben den vier Eck-LEDs) aus einem Gitter von LEDs mit 10 Reihen und 11 Spalten. Das sind insgesamt 114 LEDs. Es gibt aber keinen Microcontroller mit 114 Ausgängen um jede LED individuell ansteuern zu können. Der von uns verwendete ATmega328-Microcontroller von Atmel hat z. B. 14 digitale und 6 analoge Ein- und Ausgänge. Um die Anzahl der Ausgänge zu erhöhen, bedient man sich häufig und gerne dem 74HC595-Shift-Register.

Bei einem Shift-Register handelt es sich um einen Baustein, in den Daten (Bits) über eine Leitung hineingeschoben werden (geschiftet), und der diese Daten dann an vielen Ausgängen bereitstellt. Dadurch haben wir plötzlich 8 Ausgänge mehr!



Aber woher weiss das Shift-Register, wann ein Bit zu Ende ist? Ist die Macht mit ihm?

Nein, die Macht ist nicht mit ihm, aber zusätzlich zu der Datenleitung (Serial-Data) gibt es noch eine Leitung, die den Takt vorgibt (Serial-Clock). Immer, wenn auf dieser Leitung der Pegel von Low auf High springt, ist ein Bit zu Ende.

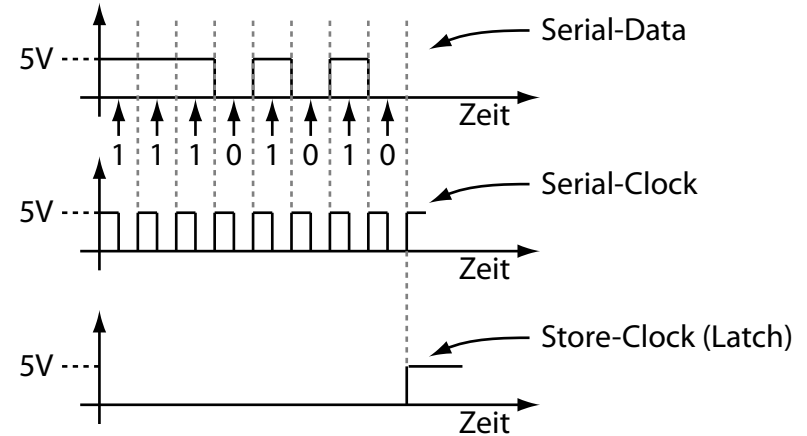


LED-Matrix-Multiplexing: das Shift-Register (fortgesetzt)



Gut und schön, und woher weiss das Shift-Register dann, wann wir mit den Daten fertig sind?

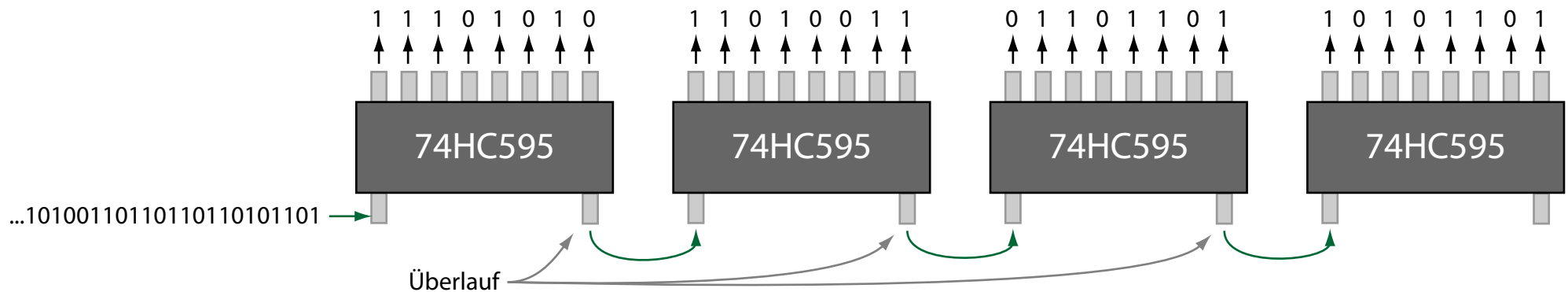
Zusätzlich zu der Datenleitung (Serial-Data) und der Takt-Leitung (Serial-Clock) gibt es noch einen Riegel (Latch oder Store-Clock). Immer, wenn diese Riegel-Leitung Low ist, dürfen Daten geschrieben werden. Ist sie High, werden die Daten auf den Ausgänge ausgegeben.



Jaja Bings sehen aber vier Shift-Register im Bauplan?



Wir brauchen mehr als 8 Ausgänge. Zum Glück reicht aber eine Daten-Leitung. Jedes Shift-Register hat einen „Überlauf“. Schiebt man mehr Daten hinein, als ein Shift-Register aufnehmen kann, werden die überschüssigen Daten aus dem Überlauf herausgeschoben. Diese kann man dann in das nächste Shift-Register reinschieben.



LED-Matrix-Multiplexing: das Shift-Register (fortgesetzt)

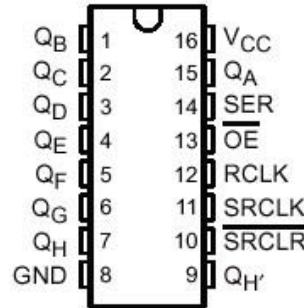
So wie unten wird das Shift-Register im Datenblatt dargestellt. Diejenigen, die ganz genau aufgepasst haben, werden zwei Pins entdecken, die bislang noch nicht beschrieben worden sind.

OE = Output Enable (Ausgabe eingeschaltet) ist ein Pin, mit dem man alle Ausgänge Ein- und Ausschalten kann. Der Strich über OE bedeutet das OE ein invertierter Pin ist. Das wiederum bedeutet, OE ist aktiv wenn der Pegel auf Low ist.

SRCLR = Serial Clear (Daten löschen) ist ein Pin, mit dem alle Inhalte des Registers löschen kann. Auch SRCLR ist ein invertierter Pin.

Der 2. Ausgang = Q_B
Der 3. Ausgang = Q_C
Der 4. Ausgang = Q_D
Der 5. Ausgang = Q_E
Der 6. Ausgang = Q_F
Der 7. Ausgang = Q_G
Der 8. Ausgang = Q_H

Stromversorgung Minus (Ground) = GND



V_{CC} = Stromversorgung Plus (Voltage Common Collector)

Q_A = Der 1. Ausgang

SER = Die seriellen Daten

OE = Ausgabe eingeschaltet (Output Enable)

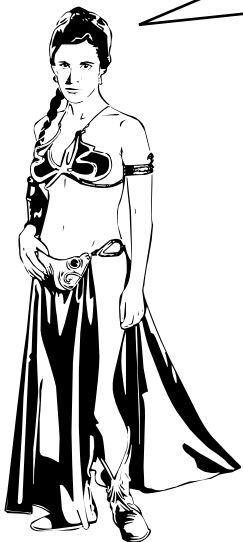
RCLK = Store-Clock (Latch)

SRCLK = Serial-Clock

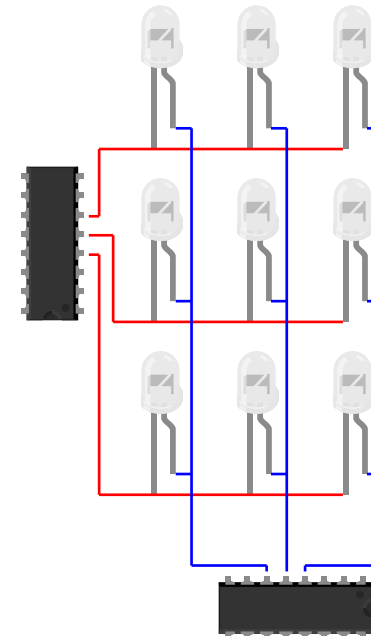
SRCLR = Serial Clear

$Q_{H'}$ = Der Überlauf

Toll: Drei Seiten Erklärungen,
und wir haben für 114 LEDs gerade mal
 $4 \cdot 8 = 32$ Ausgänge!



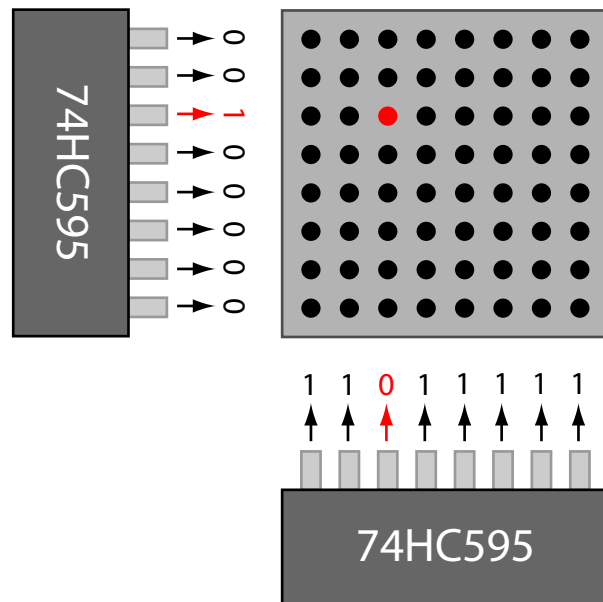
Das stimmt, und daher benutzen wir einen Trick: Nicht jede LED bekommt ihren eigenen Ausgang, sondern eine ganze Reihe von LEDs bekommen einen Ausgang. Und eine Spalte auch! (Rechts schematisch am Beispiel mit 3 mal 3 LEDs.)



LED-Matrix-Multiplexing: die Matrix

Der Einfachheit halber betrachten wir im Folgenden nur noch eine 8x8-Matrix, aber das Prinzip gilt auch für unsere (theoretisch bis zu) 16x16-Matrix.

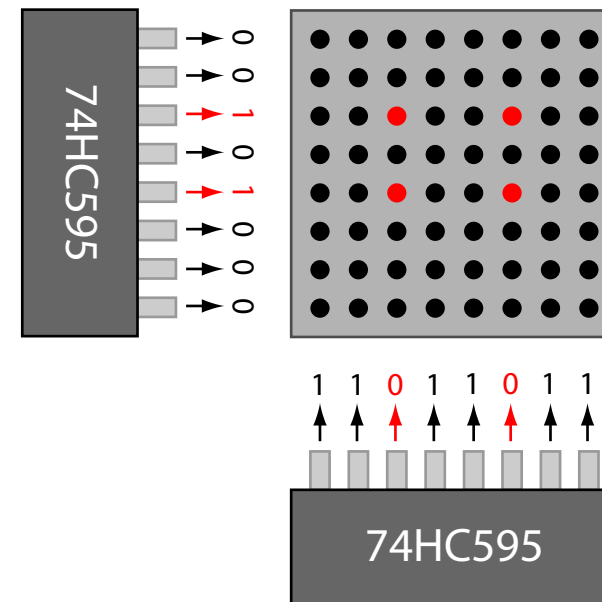
Wir können jetzt eine LED einschalten, indem wir auf der Seite mit den Plus-Polen der LEDs (Anoden) eine 1 ausgeben und auf der Seite mit dem Minus-Polen (Kathode) eine 0. Da eine LED eine Diode ist und den Strom nur in einer Richtung durchlässt, bleiben alle anderen LEDs dunkel, obwohl Spannung anliegt.



Cool! Aber eine LED ist etwas wenig, oder?



Das Problem dabei ist, schalten wir mehr als eine Reihe und Spalte ein, leuchten immer alle betroffenen LEDs! Wir könnten also nie nur die LED oben rechts und unten links leuchten lassen!

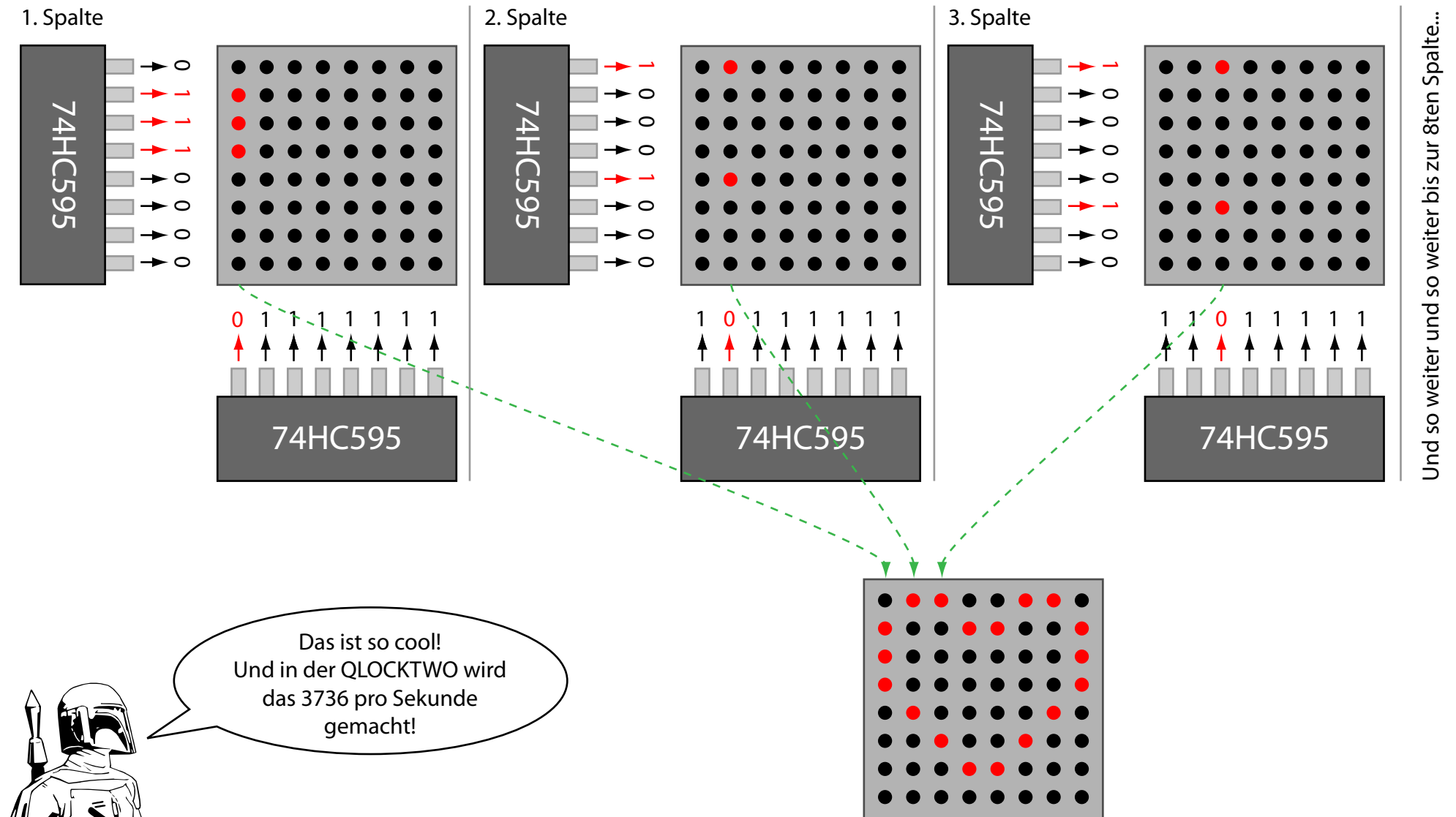


Ich wußte immer, daß die Rebellen zu blöd dazu sind!



LED-Matrix-Multiplexing: die Matrix (fortgesetzt)

Damit wir dennoch beliebige Muster ausgeben können, schalten wir immer nur eine Spalte ein! Erst die Erste, dann die Zweite und so weiter. Und das machen wir so schnell, daß es für das menschliche Auge wie ein stehendes Bild aussieht. So macht das ein Röhrenfernseher übrigens auch. Diesen Effekt nennt man „Nachbildwirkung“ oder „Persistence of vision“.



Darstellung der Wörter

Die Wörter, die für die Darstellung der Zeit nötig sind, werden jetzt einfach als Bit-Muster definiert, die man dann über die Shift-Register ausgeben kann. Diese Definitionen sind im Quellcode nach der Definition der Zahlen hinterlegt.

```
#define FUENF      matrix[0] |= 0b00000000111100000
#define ZEHN      matrix[1] |= 0b11110000000000000
#define VIERTTEL  matrix[2] |= 0b00001111111100000
#define ZWANZIG   matrix[1] |= 0b00001111111100000
#define HALB      matrix[4] |= 0b11110000000000000
#define DREIVIERTEL matrix[2] |= 0b11111111111100000
```

Welche Zeile?

Welche LEDs in der Zeile?

Diese fünf Bits sind übrig

(16 Bits könnten wir ansteuern, aber in der QLOCKTWO brauchen wir nur 11)



So weit kann man das ja verstehen, aber was soll eine 0-te Zeile sein? Und was soll das „|“-Zeichen?

In der Programmierung zählt man im Gegensatz zum normalen Leben von Null an. Hat man 16 Zeilen, zählt man von 0 bis 15. Das sind dann auch 16 sogenannte „Zustände“.

Das „|“-Zeichen ist ein binäres „Oder“. Es bewirkt letztlich, daß eine Zeile nicht mit dem Wort überschrieben wird, sondern nur überlagert. In der unteren Zeile im Beispiel oben stehen die Wörter „HALB“ und „FÜNF“. Wenn es halb Fünf ist, würde die „FÜNF“ das Wort „HALB“ überschreiben. Durch die Überlagerung leuchten beide Wörter zusammen.



Die Software (stark vereinfacht)

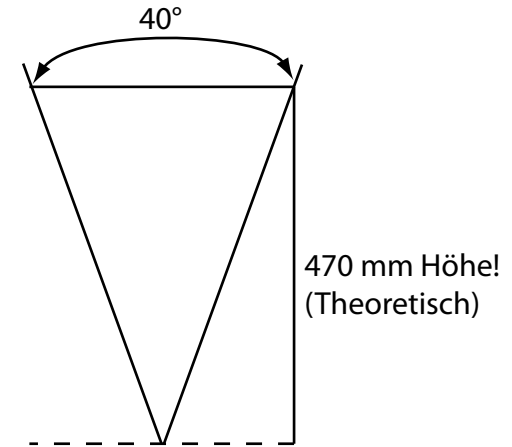
<pre>void loop() {</pre>	Die loop()-Schleife wird unendlich durchlaufen.
<pre> getDateDs1307();</pre>	Hier lesen wir die Echtzeituhr aus.
<pre> setWords(hour, minute);</pre>	Die Stunden auf die Matrix schreiben.
<pre> setMinutes(minute);</pre>	Die Minuten auf die Matrix schreiben.
<pre> if (digitalRead(minutePlusPin) == HIGH) {</pre>	Wurde der Taster für die Minuten gedrückt?
<pre> minute++;</pre>	
<pre> }</pre>	
<pre> if (digitalRead(hourePlusPin) == HIGH) {</pre>	Wurde der Taster für die Stunden gedrückt?
<pre> hour++;</pre>	
<pre> }</pre>	
<pre> if (digitalRead(modePin) == HIGH) {</pre>	Wurde der Taster für den Modus gedrückt?
<pre> mode++;</pre>	
<pre> }</pre>	
<pre> if(mode != BLANK) {</pre>	Matrix ausgeben, wenn nicht ausgeschaltet.
<pre> writeMatrix();</pre>	
<pre> }</pre>	
<pre> digitalWrite(dcf77Led, digitalRead(dcf77Signal));</pre>	Status-LED DCF77-Signal.
<pre> digitalWrite(rtcSQWLed, digitalRead(rtcSQWSignal));</pre>	Status-LED Real-Time-Clock.
<pre> const char *v = dcf77.getDateTime();</pre>	DCF77-Empfänger auslesen.
<pre> second = 0;</pre>	
<pre> minute = dcf77.getMinutes();</pre>	
<pre> hour = dcf77.getHours();</pre>	
<pre> setDateDs1307();</pre>	Zeit vom DCF77-Empfänger übernehmen.
<pre>}</pre>	

Appendix B - Ausblicke

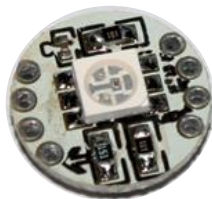
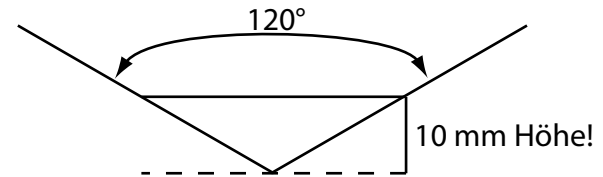


Und wie geht es jetzt weiter?
Ist das alles gewesen?

Unsere LEDs



Das ist eine Superflux-LED. Sie ist klein, flach und hat neben einer enormen Helligkeit einen Abstrahlwinkel von 120°. Sie ist schwieriger zu verarbeiten, aber man könnte ein flacheres und damit eleganteres Gehäuse bauen.



Das ist eine RGB-Pixel von bliptronics. Er kann Licht in 32.768 Farben abgeben! Und das mit einem Abstrahlwinkel von 160°! Man stelle sich vor: die Matrix kann die Farben wechseln, oder zwischen den Wörtern überblenden!

