

Hoe maak ik mijn eigen printplaat? | Joke Kort

May 8, 2015

[Joke Kort](#)



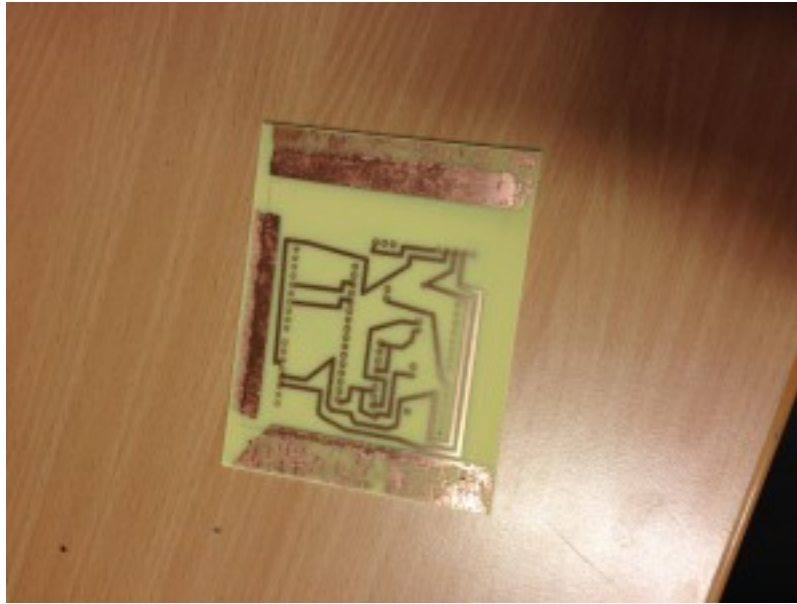
[Skip to content](#)

- [Home](#)
- [Where am I?](#)
- [Publications](#)
- [Other activities](#)
- [Arduino \(in Dutch\)](#)
 - [Handige informatie](#)
 - * [Wat is een Arduino?](#)
 - * [Hoe kun je gemakkelijk beginnen met Arduino?](#)
 - [Mijn projecten](#)
 - * [Bootloader](#)
 - * [Boter Kaas en Eieren Machine \(wordt aan gewerkt\)](#)
 - * [DYI Arduino met 9 Volt batterij aansluiting](#)
 - * [Hoe maak ik mijn eigen printplaat?](#)
- [Contact](#)

Hoe maak ik mijn eigen printplaat?

Wat is een printplaat?

Een printplaat wordt in het Engels een Printed Circuit Board (PCB) genoemd. Het is een plaat waarop door middel van koperbanen verbindingen gemaakt worden tussen elektronische componenten die je er na het maken van een printplaat zelf op kunt solderen. Hieronder zie je een voorbeeld van een printplaat of PCB.



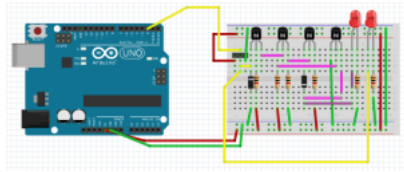
Hoe maak ik een printplaat?

Het maken van een printplaat of PCB bestaat uit een aantal verschillende stappen waarin je verschillende dingen nodig hebt. De stappen worden hieronder een voor een beschreven. Aan het einde van deze pagina vindt je samenvattingen van wat je nodig hebt en welke stappen je moet doorlopen.

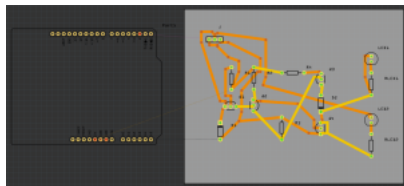
Deze stappen en alles wat je nodig hebt zijn beschreven op basis van hoe een printplaat ontwikkeld wordt bij [De Jonge Onderzoekers – Arduino](#).

1) Ontwerpen van de printplaat

Voor het ontwerpen van de printplaat kun je Fritzing gebruiken. Het programma is gratis te downloaden op de [Fritzing website](#). In Fritzing kun je jouw eigen ontwerp eenvoudig maken in bijvoorbeeld het Breadboard tabblad. Je voert daar gewoon jouw gemaakt opstelling van het Breadboard en jouw Arduino in zonder dat je al van alles moet weten over de officiële notatie of taal van PCB schema's. De foto hieronder laat zien hoe zo'n opstelling in het Breadboard tabblad van Fritzing eruit ziet. Dit schema is gemaakt door Richel Bilderbeek en je kunt het hier [downloaden](#).



In het PCB tabblad van Fritzing vind je het PCB schema dat je nodig hebt om uiteindelijk jouw eigen printplaat te etsen. Ik maakt zelf altijd eerst een opstelling op mijn Breadboard en test dit met mijn Arduino. Daarna voer ik ieder elektronisch component een voor een in in het Breadboard tabblad van Fritzing en zet ik het op de juiste plaats in het PCB tabblad van Fritzing met de verbinding naar de Arduino zoals ik dat zelf graag wil. Het een voor een toevoegen van elektronische componenten zorgt ervoor dat het PCB schema overzichtelijk blijft, dat ik kan voorkomen dat de koperbanen te dicht langs elkaar lopen en elkaar of andere elektronische componenten overlappen. Ook kun je op het PCB tabblad in Fritzing bepalen welke koperbanen aan de onderzijde of bovenzijde van jouw printplaat moeten lopen en of elektrische componenten bovenop de printplaat moeten komen of juist aan de onderzijde (bij dubbelzijdige printplaten). Een voorbeeld van hoe zo'n PCB schema eruit ziet in Fritzing vind je hieronder (hetzelfde schema van Richel Bilderbeek, maar dan weergegeven in het PCB Tabblad van Fritzing).



Als jouw ontwerp af is en je wilt hem etsen dan moet je de PCB schema's exporteren door middel van de "Export for PCB" button onder in het Fritzing scherm. Er worden meerdere bestanden geëxporteerd waarvan er slechts een aantal echt belangrijk zijn. Dit zijn de bestanden met namen waarin 'copper' en 'top of bottom' genoemd worden.

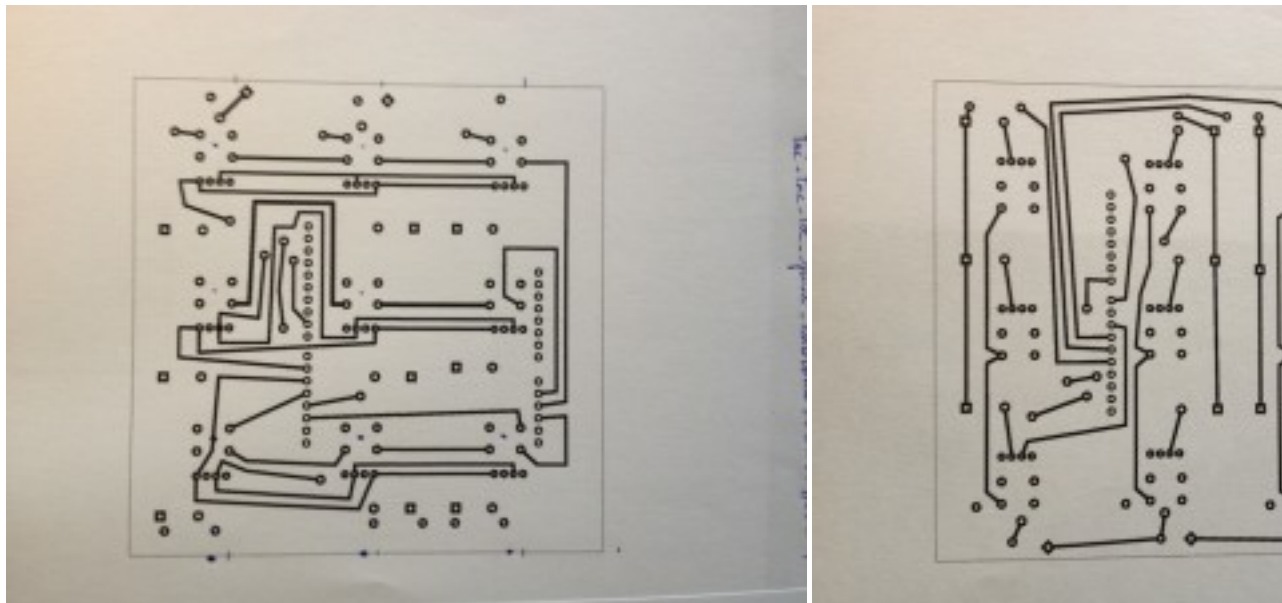
2) Printen van de PCB schema's

Nu je de Fritzing bestanden hebt geëxporteerd is het tijd om de schema's te printen. Bij de Jonge Onderzoekers is hiervoor een aparte computer beschikbaar aangesloten op een laserprinter. Zet jouw PCB bestanden (alle) op een USB stick en plaats deze in de desbetreffende computer.

Ik print een gemaakt schema eerst op gewoon papier om te kijken of de lijnen/verbindingen en elektronische componenten niet te dicht langs elkaar lopen. En om te kijken of het formaat van het schema klopt. Bij een enkelzijdige printplaat kies ik voor het bestand met de woorden 'copper' en 'top' in de naam. Als ik een dubbelzijdige printplaat wil maken kies ik het bestand met de woorden

‘copper’ en ‘top’ erin (voor de bovenkant van de printplaat) en het bestand met de woorden ‘copper’, ‘bottom’ en ‘mirror’ erin (voor de onderkant van de printplaat). Zo weet ik zeker dat als ik de geprinte schema’s met de inktkant op de printplaat leg de schema’s boven op de printplaat en onder op de printplaat elkaars spiegelbeeld zijn en dus altijd passen. Ik check dit door de papieren printen met de inkt naar binnen op elkaar te leggen en de papieren dan voor licht te houden. Zo kun je zien of de schema’s en verbindingen goed op elkaar passen en de gaatjes voor de componenten exact op elkaar liggen.

Als de papieren versies gecontroleerd zijn en kloppen print ik de PCB schema’s op overhead sheets met behulp van de laserprinter. Dit levert het beste resultaat. Zie hieronder twee voorbeelden van PCB schema’s op papier geprint voor een dubbelzijdige printplaat (een van de eerste versies van mijn boter-kaas-en-eieren machine).



3) Het plakken van de PCB schema's op de printplaat

Voor een enkelzijdige printplaat gebruikt je een [enkelzijdige fotogevoelige epoxy print](#) zoals bijvoorbeeld te koop bij [Okaphone](#).

Voor een dubbelzijdige ets gebruik je een [dubbelzijdige fotogevoelige epoxy print](#) (eveneens te koop bij [Okaphone](#)).

Let bij het kopen van een printplaat op het formaat en de afmetingen van jouw eigen ontwerp!

De printplaat is opgebouwd uit verschillende lagen (deze worden hieronder verder uitgelegd). De bovenkant (en onderkant bij dubbelzijdig) zijn beschermd met een sticker die licht tegenhoudt en de plaat tevens tegen krassen beschermd.

Knipt eerst jouw PCB schema op de overhead sheets uit zodat ze kleiner zijn dan jouw fotogevoelige epoxy print. Dit zorgt ervoor dat je ze makkelijk op de print kunt plakken met plakband. Let er wel op dat je een leeg randje overhoudt aan de vier zijden van jouw schema zodat ook daar nog wat ruimte is om plakband te plakken (de plakband mag niet overlappen met de verbindingen of componenten op je schema). Als je dit gedaan hebt, verwijder dan de sticker van jouw fotogevoelige epoxy print (bij dubbelzijdig de sticker van slechts 1 kant verwijderen) en plak het schema erop met plakband zodat het goed plat op de plaat zit en de plakband niet overlapt met het geprinte schema zelf. Let hierbij op dat je niet teveel met je vingers het oppervlak van de printplaats aanraakt, dit maakt de printplaat vettig en daardoor wordt het etsen straks moeilijker. Als je een dubbelzijdige printplaat wilt maken dan is het nu tijd om 2 ‘referentie’ gaatjes te boren. Kies twee elektronische componenten, 1 in de linker boven hoek van jouw schema en 1 in de rechter onder hoek van jouw schema die ook makkelijk in jouw schema voor de onderzijde van de print zijn te herkennen. Boor door twee koperen rondjes van deze twee componenten een gaatje. Zijn het componenten met dunne pootjes (zoals een weerstandje) gebruik dan een 0.8 mm boortje. Zijn het componenten zoals jumpers of diodes, gebruik dan een 0.9 of 1.0 mm boortje (dit soldeert later veel eenvoudiger). Als je de gaatje geboord hebt verwijder je de sticker aan de onderkant van jouw fotogevoelige epoxy print en plak je het tweede schema voor de onderkant op de juiste plaats. De gaatjes gebruikt je nu om ervoor te zorgen dat de schema’s aan de boven en onderkant exact op elkaar komen te liggen. Als het schema voor de onderkant precies goed ligt plak je ook deze vast met plakband.

4) Het belichten van de fotogevoelige epoxy print

Nu is het tijd om uit te leggen uit welke lagen een epoxy print is opgebouwd. Dat verklaart namelijk waarom je de volgende stappen moet doorlopen voor het etsen van jouw eigen PCB.

Zoals verteld is een enkelzijdige fotogevoelige epoxy print beschermd met een sticker en deze sticker voorkomt krassen en laat geen licht door. Het niet doorlaten van licht is heel belangrijk. Het bovenste laagje van de print wordt een foto resist laagje genoemd. Dit laagje is hard en beschermt de onderliggende koperlaag. Maar nu komt de truc, als er licht (UV licht) op dit laagje schijnt dan wordt dit foto resist laagje zacht. Dit zachte laagje kun je vervolgens makkelijk verwijderen in een badje met gootsteenontstopper waardoor de onderliggende koperlaag bloot komt te liggen. Waar licht komt wordt het bovenste laagje dus zacht, wat bedekt is en waar geen licht komt blijft het laagje hard. Als we nu kijken naar de schema’s die je zojuist op jouw printplaat heb geplakt dan zie je het al... Jouw geprinte overhead sheets voorkomen dat er licht kan vallen op bepaalde delen van jouw printplaat, namelijk die delen waarvan je de koper eronder wilt behouden. Alles wat doorschijnend is in jouw overhead sheet laat licht door en maakt dat het onderliggende foto resist laagje zacht wordt als we er fel (UV) licht op schijnen. In deze stap gaan we ervoor zorgen dat het foto resist laagje zacht wordt op de plekken waar we de koper straks weg willen halen en

hard blijft op de plekken waar de we koper willen houden. In volgende stappen gaan we het zachte foto resist laagje weghalen zodat de koper eronder bloot komt te liggen, de bloot liggende koper verwijderen zodat we alleen de koperbanen van de verschillende verbindingen en componenten over houden en tot slot het laatste laagje foto resist wat nog op de koperbanen zit verwijderen (dit is immers tijdens belichten niet zacht geworden omdat het beschermd was door de inkt op de overhead sheet).

Nu is het tijd om jouw printplaat te belichten. Ik doe dit zelf met een UV lichtbak bij de Jonge Onderzoekers. Zorg dat je als je een dubbelzijdige print maakt je beide kanten belicht! Leg de print op de UV lichtbak. Sluit de klep en wees er zeker van dat deze echt goed gesloten is. Zet de pomp aan. Stel de tijd in (ik gebruik 5 min. voor iedere kant) en zet het UV licht aan. Ga nu alvast naar stap 6) om de zuurkast ‘aan te zetten’ en ga daarna naar stap 5) om het caustic soda badje voor te bereiden. Wacht tot de tijd verstreken is en draai de plaat om en herhaal dit proces opnieuw voor de andere kant als je dubbelzijdig etst. Haal na dit proces de printplaat uit de UV lichtbak en verwijder de overhead sheets (aan beide kant als je dubbelzijdig etst).

5) Gootsteenontstopper badje

Om het door het UV licht zacht geworden laagje foto resist weg te halen gaan we de print in een caustic soda badje leggen. De onderliggende koperlaag komt dan bloot te liggen, precies wat we willen voor de volgende stap. De oplossing van caustic soda maak je als volgt. Bij de jonge onderzoekers staan alle spullen die je nodig hebt voor de volgende stappen onder de UV lichtbak. Meet 1 liter water af en giet dit in een badje. Meet de benodigde caustic soda af door het glazen buisje te vullen tot de bovenste rand van de erop geplakte sticker (caustic soda staat in het rechter keukenkastje onder het aanrecht in de Jonge Onderzoekers Keuken). Leeg het buisje met caustic soda voorzichtig in het badje en roer met de roerstaaf de korrels in het badje tot ze opgelost zijn. Leg een papier “Niet aankomen” bij de oplossing op het aanrecht. En zorg ervoor dat je iedere keer als je met het caustic soda badje bezig bent geweest altijd direct erna even je handen goed wast.

Leg jouw met UV licht behandelde printplaat nu voorzichtig in het caustic soda badje zodat het niet spettert. Gebruikt de kleine plastic ‘pincet’ om de printplaat voorzichtig wat op en neer te bewegen en om te draaien zodat de vloeistof goed over de printplaat beweegt. Je ziet nu langzaam groenige slierten in de vloeistof ontstaan die snel oplossen bij beweging en langzaam worden de banen van jouw koperverbindingen op de printplaat zichtbaar. Ga hiermee door totdat je een tijdje niets meer ziet gebeuren in de vloeistof (de banen niet duidelijker worden en er geen groene slierten meer in de vloeistof komen).

Pak met het kleine plastic pincet jouw print uit het badje en spoel hem heel erg goed af onder koud water in de wasbak ernaast. Zorg in het bijzonder dat je ruim water over de randen van jouw printplaat laat lopen zodat deze ook goed

schoon worden. Na een tijdje kun je de printplaat vastpakken en verder met de handen schoonspelen. Droog de printplaat daarna af met papier (rechts aan de muur) en niet met de theedoeken die er hangen.

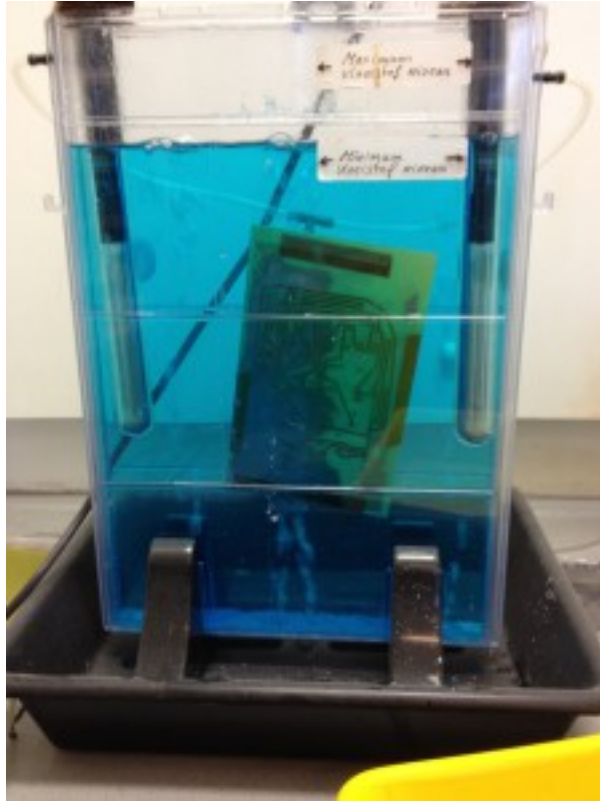
6) *Koperbadje*

Nu is jouw printplaat klaar om in een koper oplossend badje gelegd te worden. Dit bad bevindt zich in de zuurkast naast de UV-lichtbak. Het bad is gevuld met een ammoniumpersulfaat oplossing, wat de koper oplost. Het bad staat in de zuurkast omdat er tijdens het oplossen van de koper giftige dampen vrijkomen die afgevoerd moeten worden. Om te zorgen dat het ammoniumpersulfaat bad goed werkt en de dampen worden afgezogen moet je de verschillende apparaten in de zuurkast aanzetten. Allereerst de luchtafzuigingsinstallatie. Deze gaat met 1 van de knoppen op de voorkant van de zuurkast aan, tegelijkertijd met het licht in de zuurkast. Check of de luchtafzuigingsinstallatie inderdaad aanstaat door het raam aan de voorkant naar beneden te schuiven en onder het raam door een papiersnipper te houden, deze beweegt bij het aanstaan van de luchtafzuigingsinstallatie als de lucht wordt afgezogen. In de bak met ammoniumpersulfaat hangen twee verwarmingselementen (het oplossen van de koper werkt het beste bij een hogere temperatuur). Volg de stekkers van deze apparaten en stop ze in het stopcontact aan de voorkant van de zuurkast. De bak is ook voorzien van een bubbelinstallatie die zuurstof in de vloeistof pompt (zuurstof versnelt het oplossen van de koper eveneens). Zet deze ook aan en check of je luchtbellens in de vloeistof ziet.

We gaan zo direct jouw printplaat in deze vloeistof hangen zodat de koper oplost en de koperbanen gaan ontstaan op jouw definitieve print. Om de printplaat goed in het ammoniumpersulfaat bad te kunnen hangen boren we eerst twee gaatjes links en rechts aan de boven of onderkant van jouw printplaat (waar ruimte is). Hierdoor knopen we een lus van visdraad (tussen de spullen onder de UV lichtbak). Let erop dat de lus lang genoeg is om de printplaat goed in het ammoniumpersulfaat bad te kunnen hangen. In de zuurkast ligt een metalen greep waarmee je jouw printplaat aan het visdraad in het ammoniumpersulfaat bad kunt hangen.

Hoeveel tijd de printplaat nodig heeft om geëetst te worden hangt deels af van hoe werkzaam de ammoniumpersulfaat oplossing nog is. Bij een goede oplossing duurt het ongeveer 10 tot 15 minuten, bij een wat oudere oplossing kan dit oplopen tot een half uur of meer. De printplaat wordt eerst roze als de koper langzaam oplost. Tegen het einde van het proces, als jouw printplaat bijna klaar is, zie je de kleur van de epoxy van jouw printplaat (in mijn geval licht geel) duidelijk zichtbaar worden en de koperbanen van jouw print steken hier zichtbaar en duidelijk tegen af. Let nu goed op dat de koper tussen de koperbanen die je etst ook goed opgelost is voordat je de printplaat uit het bad neemt. Let ook goed op dat de rondjes waarop je later de verschillende elektronische componenten gaat solderen goed open zijn. Laat je printplaat ook niet te lang in het bad hangen want dan worden langzaam ook de koperbanen die je wel wilt behouden uiteindelijk toch opgelost. Zie de foto hieronder die laat zien hoe de printplaat

in het ammoniumpersulfaat bad hangt en hoe de koperbanen zichtbaar worden.



Als jouw printplaat goed is geetst haal hem dan uit het bad en leg het in de zuurkast in een bakje (ook tussen de spullen onder de UV-lichtbak). Dit om te voorkomen dat als je naar de keuken loopt je printplaat druppelt onderweg. In de keuken spoel je de printplaat met ruim koud water af. Pas op dat je hierbij niet spettert op je kleding of andere dingen. Pak de printplaat met je handen vast en spoel dan nog eens goed na. Droog hem na het spoelen weer af met papier (rechts in de keuken) en niet met de droogdoeken die er hangen. Let ook hier weer goed op dat je je eigen handen ook heel goed wast!

Het resultaat... jouw al bijna definitieve printplaat!

7) Het voor de tweede keer belichten van de fotogevoelige epoxy print

Je kunt je nu vast nog herinneren waarom de koperbanen niet ook opgelost zijn in het ammoniumpersulfaat bad? Juist, omdat hierop nog een hard laagje foto resist zit dat de koperbanen beschermd! Dit laagje moeten we nog verwijderen voordat we klaar zijn met het etsen van onze printplaat. Het laagje maakt het namelijk moeilijk om te solderen. Het soldeer pakt niet goed en de verbindingen hechten niet goed op het koper door het bescherm laagje. Om het laatste laagje

harde foto resist te verwijderen leggen we de printplaat opnieuw onder het UV licht. Gebruik opnieuw 5 min. voor iedere zijde van jouw print.

8) *Gootsteenontstopper badje*

Leg daarna nogmaals jouw printplaat in het caustic soda badje zodat ook het laatste nu zachte foto resist verwijderd wordt van jouw printplaat.

Spoel de printplaat na dit proces weer goed af met koud water, droog hem af met papier en let ook goed op dat je je handen wast. Het resultaat is een volledig geëtste printplaat.

9) *Gaatjes boren*

Nu is het tijd om de gaatjes in jouw printplaat te boren zodat je straks de verschillende componenten kunt solderen. Er zijn verschillende elektrische componenten, sommige hebben wat dikkere pootjes dan andere. Let hier tijdens het boren op als je dat nodig vindt. Ik heb zelf gemerkt dat het solderen wel veel gemakkelijker wordt als je hier rekening mee houdt. Hieronder mijn regels voor het kiezen van de juiste boortjes:

- 0.8 mm boortje voor weerstandjes, ledjes, etc.
- 0.9 mm boortje voor het solderen van diodes, etc.
- 1.0 mm boortje voor het solderen van header pins, sockets en chips zoals de ATMEGA chip.

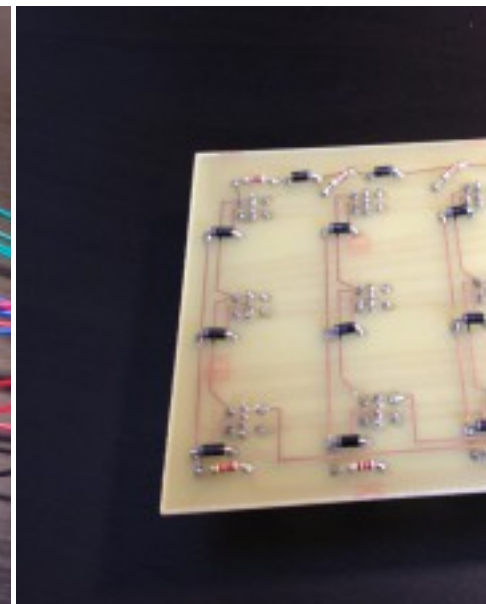
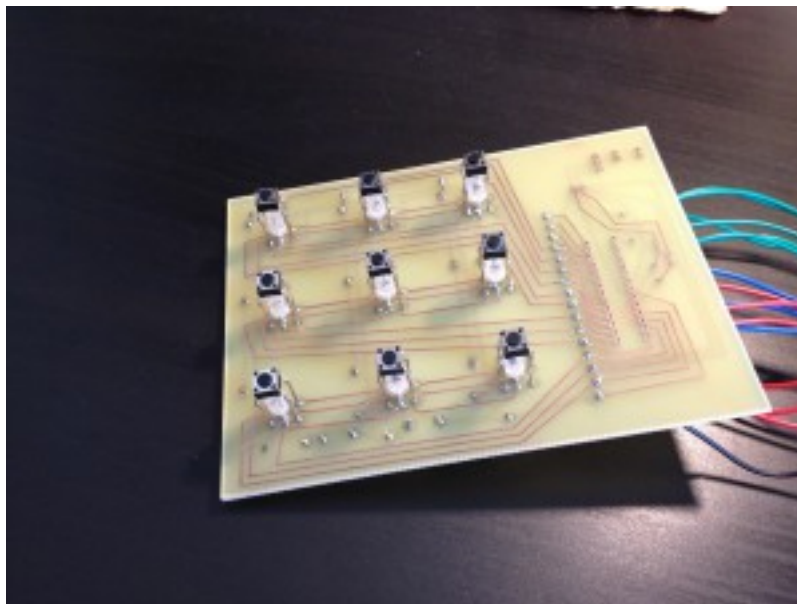
Wil je slechts 1 boortje gebruiken, dan zou ik kiezen voor 0.9 mm (daarbij wetend dat bijvoorbeeld header pins moeilijker zullen gaan) of 1.0 mm (daarbij wetend dat weerstandjes en ledjes mogelijk geklieder opleveren tijdens het solderen door de ruimte die er overblijft in de gaatjes).

10) *Solderen*

Na het boren van alle gaatjes is het tijd om te solderen. Je kunt bij het solderen een aantal vuistregels gebruiken die het makkelijker maken (ervan uitgaande dat je weet hoe je moet solderen). Hieronder een kort overzichtje.

1. Soldeer eerst jumpers als je deze gebruikt (draadjes die over verbindingen springen). Het wordt moeilijker jumpers netjes en plat te solderen als je hele print al vol zit met andere elektronische componenten.
2. Soldeer dan de moeilijke elektronische componenten (dat zijn de componenten die pootjes hebben die dicht bij elkaar staan zoals bijvoorbeeld RGB ledjes). Als dit fout gaat kun je het achteraf makkelijker corrigeren omdat andere elektronische componenten niet in de weg zitten.
3. Als je elektronische componenten op elkaar soldeert let er dan op dat je het onderste component eerst soldeert (duh,... maar toch, ik heb bijvoorbeeld buttons boven ledjes gesoldeerd met behulp van header pins om het ledje na indrukken van de button op te laten lichten met een mooi verdeeld lichtpatroon). Zie de foto's hieronder. Het PCB schema voor deze printplaat kun je hier [downloaden](#).

4. Check bij het solderen van header pins en andere onderdelen of deze goed door de gaatjes in jouw print passen. Zo ja, dan soldeer je mits nodig eerst onderdelen op jouw header pins (bijv. chips, buttons, etc.) door de header pins in een breadboard te steken en het component erop te solderen. Daarna kun je het geheel op jouw printplaat solderen. Passen de header pins niet goed in de gaatjes van jouw printplaat dan is het verstandig de header pins als eerste op jouw printplaat te solderen en daarna het gewenste component erop. Dit is wel veel lastiger werken. Het is daarom belangrijk te zorgen dat je de juiste boortjes gebruikt bij het boren van de gaatjes in jouw printplaat.
5. Test tijdens het solderen of de soldeerverbindingen goed werken. Ik heb in bijvoorbeeld in het ontwerp van een boter-kaas-en-eieren spelletje in het PCB schema een rij jumpers geplaatst tussen de elektronische componenten en de ATMEGA328 chip poorten, waarop ik draden voor het aansluiten van mijn Arduino kon solderen. Zo kon ik makkelijk checken of alle verbindingen goed gesoldeerd waren via mijn Arduino. Daardoor kon ik eveneens makkelijk fouten opsporen in soldeerverbindingen. Zie die foto's hieronder.



Samenvatting: Wat heb ik nodig?

- Fritzing
- USB stick
- Printpapier
- Overhead sheets
- Laserprinter

- Fotogevoelige epoxy print (enkel- of dubbelzijdig)
- Snijapparaat voor printplaten
- Boormachine en boortjes (0.8 mm, 0.9 mm en 1.0 mm)
- Plakband
- UV-lichtbak
- Caustic soda, water en bakje als badje
- Ammoniumpersulfaat, water en bakje (zuurkast)
- Vislijn

Samenvatting: Stappen in het etsen

- Print de PCB schema's op overhead sheets
- Plak de PCB schema's op de printplaat
- Leg de printplaat in de UV-lichtbak
- Verwijder de foto-resist laag in een caustic soda bad
- Verwijder de koper in een natriumpersulfide bad
- Leg de printplaat in de UV-lichtbak
- Verwijder de foto-resist laag in een caustic soda bad
- Boor alle gaatjes

Samenvatting: lagen van een fotogevoelige epoxy print

Enkelzijdige fotogevoelige epoxy print:

- Sticker
- Foto resist laag
- Koperlaag
- Epoxy

Dubbelzijdige fotogevoelige epoxy print:

- Sticker
- Foto resist laag
- Koperlaag
- Epoxy
- Koperlaag
- Foto resist laag
- Sticker

• **Recent Posts**

- [Workshop Gebruikersonderzoek](#)
- [Lecture notes for the course – Experiencing Persuasive Environments](#)

- [TEDxHogeschoolUtrecht – Marc Hassenzahl – Towards an Aesthetic of Friction – YouTube](#)
- [Why your paper was rejected – Human-Computer Interaction by Antti Oulasvirta](#)
- [UX and game design \(guest lecture\)](#)

Recent Comments

- **Archives**

- [August 2014](#) (1)
- [February 2013](#) (1)
- [December 2011](#) (3)
- [June 2011](#) (4)
- [May 2011](#) (1)
- [March 2011](#) (2)
- [February 2011](#) (2)
- [January 2011](#) (2)

Meta

- - [Log in](#)
 - [Entries RSS](#)
 - [Comments RSS](#)
 - [WordPress.org](#)

[Joke Kort](#)

Proudly powered by [WordPress](#).