

# Basiscursus elektronica: hand solderen

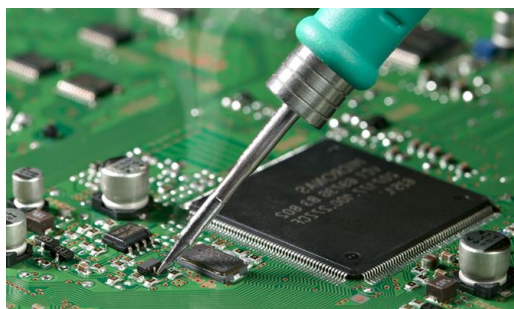
Document rev. 1.0 Datum: 130731  
Door Camiel Berkers ([camiel@barbecueman.eu](mailto:camiel@barbecueman.eu))  
[www.barbecueman.eu](http://www.barbecueman.eu)



**Solderen** is een techniek om metalen onderdelen met elkaar te verbinden door middel van een metaallegering (het soldeer) met een lager smeltpunt dan de te verbinden delen.

Het woord solderen is afkomstig van het Latijnse woord *solidare* (= *weer heel maken, verbinden*).

De verbinding wordt tot stand gebracht door het soldeer te laten smelten en dit tussen de te solderen delen te laten vloeien. Bij solderen treedt oxidatie op. Daarom wordt een reducerend vloeimiddel gebruikt, flux genaamd. Het soldeer kan allerlei vormen hebben, bijvoorbeeld een staaf, draad, korrel, poeder of pasta.



De techniek van solderen is al oud, in Mesopotamië kende men reeds 5000 jaar geleden de techniek van het solderen.



Al sinds de Minoïsche beschaving wordt een speciale soldeertechniek toegepast, genaamd "*eutectisch solderen*". In plaats van een soldeer te gebruiken gebruikte men het eutectisch punt van (in dit geval) goud en koper. Het voornaamste bestanddeel hierbij is koperoxide. Dit werd met een organische stof (vaak werd stijfsel gebruikt) gemengd en op de ondergrond aangebracht. Hierin bracht de edelsmid vervolgens de granules aan en het geheel werd gedroogd. Daarna werd het werkstuk in zijn geheel voorzichtig verhit. De koolstof in het stijfsel werkte als een reductor en het koperoxide werd omgezet in koper. Door het directe contact

met het goud vormde zich op datzelfde moment een eutecticum: een legering met een lager smeltpunt dan dat van de samenstellende delen. Hierdoor smolten de granules aan het oppervlak vast zonder verder hun vorm te verliezen.

Er zijn verschillende technieken maar grofweg kunnen we solderen opdelen in:

**Zacht solderen:** op relatief lage temperatuur (< 450 °C), met als soldeermateriaal legeringen gebaseerd op tin, koper en zilver in wisselende samenstellingen.

**Hard solderen:** (ofwel vlam solderen): op hogere temperatuur (450 °C – 900 °C), met als soldeermateriaal legeringen gebaseerd op koper, zink en zilver.

Wij gebruiken zacht solderen voor het solderen van elektronica

# Basiscursus elektronica: hand solderen

Document rev. 1.0 Datum: 130731  
Door Camiel Berkers (camiel@barbecueman.eu)  
www.barbecueman.eu



**Soldeertin** (of kortweg *soldeer*) is een legering van metalen, die speciaal geschikt is om mee te solderen. Zo'n legering die bij voorkeur één smeltpunt moet hebben en geen smelttraject, wordt een eutecticum genoemd.

In de elektronica en elektrotechniek gaat het erom dat er een elektrische verbinding wordt gemaakt. De stevigheid moet voldoende zijn, maar is minder belangrijk dan de elektrische eigenschappen ervan. Primair is de elektrische verbinding, de mechanische aspecten moeten anders opgevangen worden.



Soldeertin dat toegepast wordt in de elektronica bevat in het algemeen een kern van de natuurhars colofonium (of een kunstharzervanger hiervoor) waardoor het vloeien van het soldeertin over de soldeerverbinding gemakkelijker verloopt. Als het uitvloeien van het tin niet goed gaat, kan dat voor een slechte verbinding zorgen en dus verborgen gebreken in elektronische schakelingen introduceren. (een zogenaamde koude las.) Bijvoorbeeld bij een microfooningang van een versterker kan er dan een storende ruis optreden.

Er bestaan verschillende soorten soldeertin, maar het hoofdbestanddeel is tin. In het verleden zat daar altijd lood bij, maar dat mag in de industrie niet meer gebruikt worden, omdat lood (de oxiden en andere verbindingen daarvan) giftig is. In plaats van lood wordt soms een kleine hoeveelheid zilver gebruikt. Vanaf juli 2006 moet (in de meeste gevallen) het soldeer dat wordt gebruikt in de elektronica in Europa, krachtens de RoHS-richtlijn, vrij zijn van lood. In de hobbyelektronica wordt loodhoudende soldeer nog steeds veelvuldig (zonder risico's) gebruikt omdat het erg gemakkelijk soldeert. Meest voorkomende is hier de zogenaamde 40/60 soldeer (verhouding tin/lood)

Een standaardtemperatuur voor een soldeerbout bij het gebruik van loodvrij soldeertin is ongeveer 350°C. bij het gebruik van loodhoudend soldeertin wordt <300°C aangehouden.

**Flux** is een substantie, in vloeibare vorm of als poeder of pasta, die gebruikt wordt voor het bewerkbaar maken van metalen als ijzer, staal, koper, messing, nikkel, of aluminium zodat deze aan elkaar gesoldeerd kunnen worden. Het fluxmateriaal verwijdert de oxide laag op de metaaloppervlakken zodat het soldeermedium een goede aanhechting heeft. De term *flux* is een verzamelnaam voor meerdere soorten substanties die gebruikt kunnen worden.



# Basiscursus elektronica: hand solderen

Document rev. 1.0 Datum: 130731  
Door Camiel Berkers (camiel@barbecueman.eu)  
www.barbecueman.eu



## Soldeerbout

Een **soldeerbout** of *bout* is een gereedschap met een metalen punt die tot enkele honderden graden Celsius wordt verhit, zodat daarmee soldeertin zodanig verwarmd kan worden dat het vloeibaar wordt. Op deze manier kan er met de soldeerbout gesoldeerd worden. Om dit gereedschap veilig te kunnen hanteren heeft het een handvat dat thermisch goed geïsoleerd is en dus niet heet wordt. Afhankelijk van het type soldeerbout kan de soldeertemperatuur al dan niet ingesteld worden.

## Uitvoeringen

De eerste soldeerbouten werden in een open vuur verhit. De soldeerpunt was vrij fors om zoveel mogelijk warmte in op te kunnen slaan en dus zo lang mogelijk te kunnen solderen (hooguit enkele tientallen seconden).

## Elektrische soldeerbouten

In elektrische soldeerbouten wordt de benodigde warmte opgewekt in een soort gloeidraad (in normaal bedrijf gloeit de draad niet zichtbaar) binnen in het *element* van de soldeerbout. Dit element kan een holle cilindervorm hebben, de soldeerpunt wordt in dit geval in de holte geschoven. Het kan ook een staafvorm hebben waar overheen de holle soldeerpunt wordt geschoven. In beide gevallen wordt de ontwikkelde warmte optimaal getransporteerd van element naar punt.

De meeste elektrische soldeerbouten bestaan uit een staafvormig geheel van element, schacht en handvat, is er in verschillende vermogens (ongeveer 15 tot 150 watt) en er zijn verschillende typen:

- De ongeregelde soldeerbout die direct op het lichtnet wordt aangesloten. De temperatuur van de punt is sterk afhankelijk van de thermische belasting, omdat een constante energie wordt aangevoerd. Tijdens het solderen van grote werkstukken zal de temperatuur sterk dalen. Het solderen van fijne elektronica kan echter tot verbranding van de componenten en printsporen leiden. Ze zijn leverbaar in vermogens tussen de 8 en 550 watt, van de kleinste zijn ook 12 V-types verkrijgbaar. Opwarmtijden tot meer dan 2 minuten. Punttemperaturen lopen, voornamelijk afhankelijk van het vermogen, uiteen van 290 tot 600 °C.



*Gewone elektrische soldeerbout met hol element*



*Een soldeerbout met een ingebrande koperen punt*

# Basiscursus elektronica: hand solderen

Document rev. 1.0 Datum: 130731  
Door Camiel Berkers (camiel@barbecueman.eu)  
www.barbecueman.eu



- De thermostatische soldeerbout met een magnetisch geregelde temperatuur. Deze magneto statische bouten maken gebruik van de eigenschap dat magnetisme omkeerbaar verdwijnt boven een bepaalde temperatuur, het Curiepunt. Door het kiezen van verschillende soldeerpunten met een gespecificeerde omschakeltemperatuur kan de soldeertemperatuur gekozen worden. Vermogen 40 of 60 Watt.



*Een magneto statische bout met losse punt*

- Het thermostatisch soldeerstation op laagspanning (meestal 24 volt) met elektronisch geregelde temperatuur. De professionele soldeerbout, zeer geschikt voor het fijne werk en gevoelige elektronica. Afhankelijk van de benodigde werktemperatuur en de maximumtemperatuur van (delen van) het werkstuk kan de optimale soldeertemperatuur op elk moment worden ingesteld. Vaak zijn er diverse vormen soldeerpunten leverbaar, voor specifieke (de)soldeerklusjes. Ook de ESD-eigenschappen zijn vaak goed doordacht. Voordeel: constante temperatuur en daardoor minder slijtage van de punt. Nadeel: minder geschikt voor het mobiele werk, want zwaar vanwege de trafo in het station. Instelbare temperatuur tussen de 180 en 450 °C, vermogen tot  $\pm 60$  W.



*Het befaamde soldeerstation van Weller*

# Basiscursus elektronica: hand solderen

Document rev. 1.0 Datum: 130731  
Door Camiel Berkers (camiel@barbecueman.eu)  
www.barbecueman.eu



## Soldeerpistolen

Een soldeerpistool is een elektrische soldeerbout met een soldeerpunt in de vorm van een metalen lus. Door deze lus wordt bij het aanschakelen een hoge elektrische stroom gestuurd, waardoor de temperatuur van de draad zeer snel stijgt en er mee gesoldeerd kan worden. Het handvat, waarin de schakelaar is ingebouwd, is meestal in een hoek met de lus vormgegeven (vergelijkbaar met een pistool, vandaar de naam) en bevat een transformator of andere voorziening om de hoge stroom uit het lichtnet te kunnen leveren en om de galvanische scheiding hiermee te waarborgen. Het nadeel van een dergelijk gereedschap is de wachttijd bij *elke* inschakeling (die overigens niet langer dan enkele seconden bedraagt) en het zeer ruime bereik van de temperatuur waarmee gesoldeerd wordt. Het voordeel van veel soldeerpistolen is dat er een lampje in aanwezig is dat de plek rond de punt verlicht tijdens het solderen. Ook kan de snelle afkoeling een voordeel zijn. Het vermogen ligt tussen de 30 en de 100 W. Een soldeerpistool is eigenlijk niet geschikt voor het assembleren van (hobby)elektronica.



## Gassoldeerbouten

Geheel andere soldeerbouten zijn de typen die op gas werken. Ze hebben een ingebouwd gasreservoir dat vaak met aanstekergas gevuld kan worden en soms een piëzo-ontsteking. Met een gaskraan kan de punttemperatuur binnen bepaalde grenzen worden ingesteld. Het voordeel is dat ze draadloos zijn. Het nadeel is dat ze op het ongunstigste moment leeg kunnen zijn, het ongeregelde karakter kan voor elektronica ook een nadeel zijn. In explosiegevaarlijke ruimten kunnen ze niet gebruikt worden. Punttemperaturen van 200 tot wel 1300 °C. Een gassoldeerbout wordt voornamelijk gebruikt voor (kleine) reparaties en is niet geschikt voor het assembleren van (hobby)elektronica.

## Soldeerpunt

Het materiaal van de soldeerpunt is vrijwel zonder uitzondering koper, vanwege de goede warmtegeleiding. Bij de vereiste temperaturen verbrandt koper langzaam, waardoor er putjes in de punt ontstaan. Met speciale tip reiniger kan een nieuw schoon en glad oppervlak worden gemaakt, waarna de cyclus zich herhaalt. De goedkope soldeerbouten hebben op den duur een nieuwe punt nodig. Duurdere bouten hebben een *long life*-punt die bedekt is met een metaal dat vrijwel niet oxideert, zoals nikkel en chroom. Deze punten moeten bij normaal gebruik vele jaren mee kunnen gaan. Voorwaarde is dat ze niet beschadigd raken, vijlen of schuren is dus uit den boze.



Tip reiniger

Voor de magneto statische bouten zijn de punten voorzien van een schijfje magnetisch materiaal, dat bij een vastgelegde temperatuur, de Curietemperatuur zijn magnetisme verliest. Door de punt te verwisselen kan een andere werktemperatuur worden gekozen. In de bout is een magnetische sensor geïntegreerd die het element in- en uitschakelt.

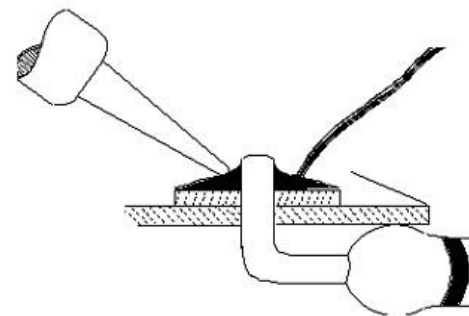
# Basiscursus elektronica: hand solderen

Document rev. 1.0 Datum: 130731  
Door Camiel Berkers ([camiel@barbecueman.eu](mailto:camiel@barbecueman.eu))  
[www.barbecueman.eu](http://www.barbecueman.eu)

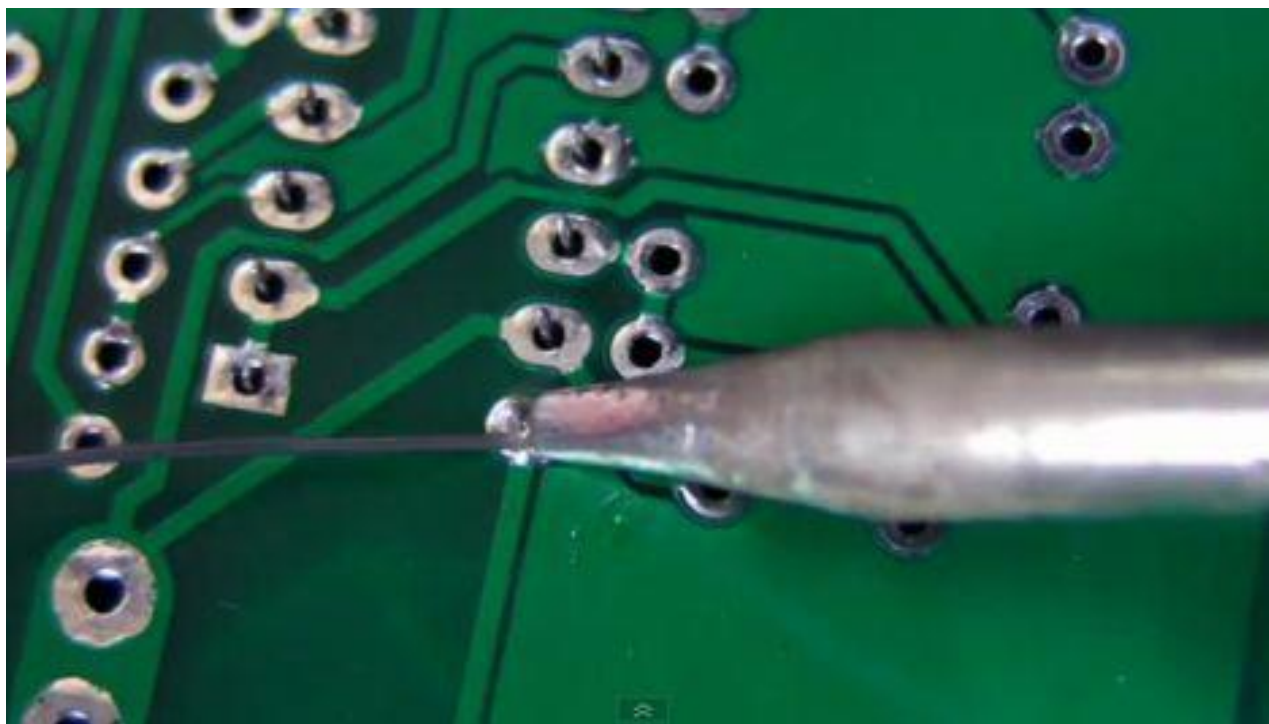


## Goed solderen gaat zo:

1. De te solderen onderdelen bij elkaar houden.
2. De onderdelen samen heet maken.
3. Een beetje soldeer wordt op de onderdelen gehouden tot het smelt.
4. Het soldeer vloeit samen over de hete onderdelen heen.
5. Het geheel koelt onbeweeglijk af.



De soldeerbout heb je alleen nodig om het tin te smelten. Let op: Het soldeer moet op de onderdelen smelten en niet op de bout!



Dus: houd het soldeer op de metalen delen en niet op de bout.

# Basiscursus elektronica: hand solderen

Document rev. 1.0 Datum: 130731  
Door Camiel Berkers (camiel@barbecueman.eu)  
www.barbecueman.eu

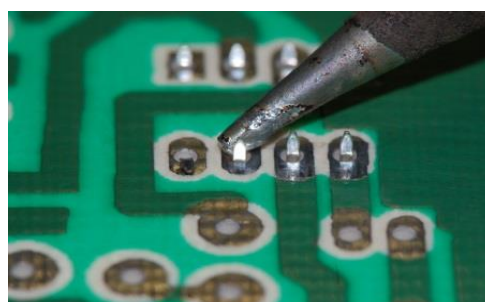


## Dan nu stap voor stap:

1. **in elkaar zetten:** steek het onderdeel in het printplaatje
2. **Verwarmen:** houd de hete soldeerbout tegen de plaats waar de onderdelen elkaar raken, doe dat ongeveer **2 sec.**
3. **Smelten:** smelt een stukje soldeerdraad op de plek waar onderdelen en bout elkaar raken, doe dat ongeveer **2 sec.**
4. **Vloeien:** soldeerdraad weg, maar blijf de soldeerplaats verwarmen, het soldeer vloeit mooi door, doe dat ongeveer **2 sec.**
5. **Afkoelen:** soldeerbout weg, onderdelen onbeweeglijk houden, doe dat ongeveer **4 sec.**

Houd de soldeerbout bij stappen 2, 3 en 4 tegen de metalen delen die je wilt solderen. Bewegen of strijken met de bout is niet nodig. Druk hem goed tegen de soldeerplaats. Hij is er alleen om te verwarmen.

Bovenstaande stappen zijn standaard, de tijden die erbij horen afhankelijk van het te verwarmen vlak. Grote componenten/vlakken hebben vaak langere tijd nodig. Dit "gevoel" moet je ontwikkelen.



*Stap 2: verwarmen*

- De punt van de soldeerbout moet ook goed schoon zijn om de warmte goed in het metaal te krijgen. Het eerste beetje soldeer dat smelt, ook aan de punt van de bout, verbetert dit contact nog.
- De punt van de soldeerbout moet regelmatig schoon vegen met een lapje of op een nat sponsje. Spoel hiervoor het sponsje uit onder de kraan, niet opnieuw vochtig maken met een flesje water.
- Kloppen of tikken tegen de soldeerbout maakt de soldeerbout kapot.
- Een te hoge ingestelde temperatuur verbrandt de punt en/of de verbinding.



# Basiscursus elektronica: hand solderen

Document rev. 1.0 Datum: 130731  
Door Camiel Berkers ([camiel@barbecueeman.eu](mailto:camiel@barbecueeman.eu))  
[www.barbecueeman.eu](http://www.barbecueeman.eu)

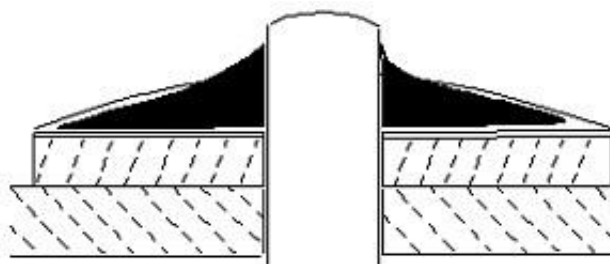


## Een goede soldeerverbinding:

Definitieve sleutel tot een succesvolle soldeerselverbinding is de juiste toepassing van de hoeveelheid soldeer. Teveel soldeer is onnodig en kan kortsluitingen met aangrenzende verbindingen veroorzaken. Te weinig soldeer kan de component niet genoeg vastzetten of vormt geen goed geleidende verbinding.

De juiste hoeveelheid soldeer gebruiken leer je pas werkelijk in de praktijk. Slechts een paar millimeter soldeer is genoeg voor een verbinding op een printplaat.

Een goed soldeerverbinding ziet eruit zoals hier te zien is. Het soldeer zit helemaal om de draad heen en vormt een piramide die mooi glanst





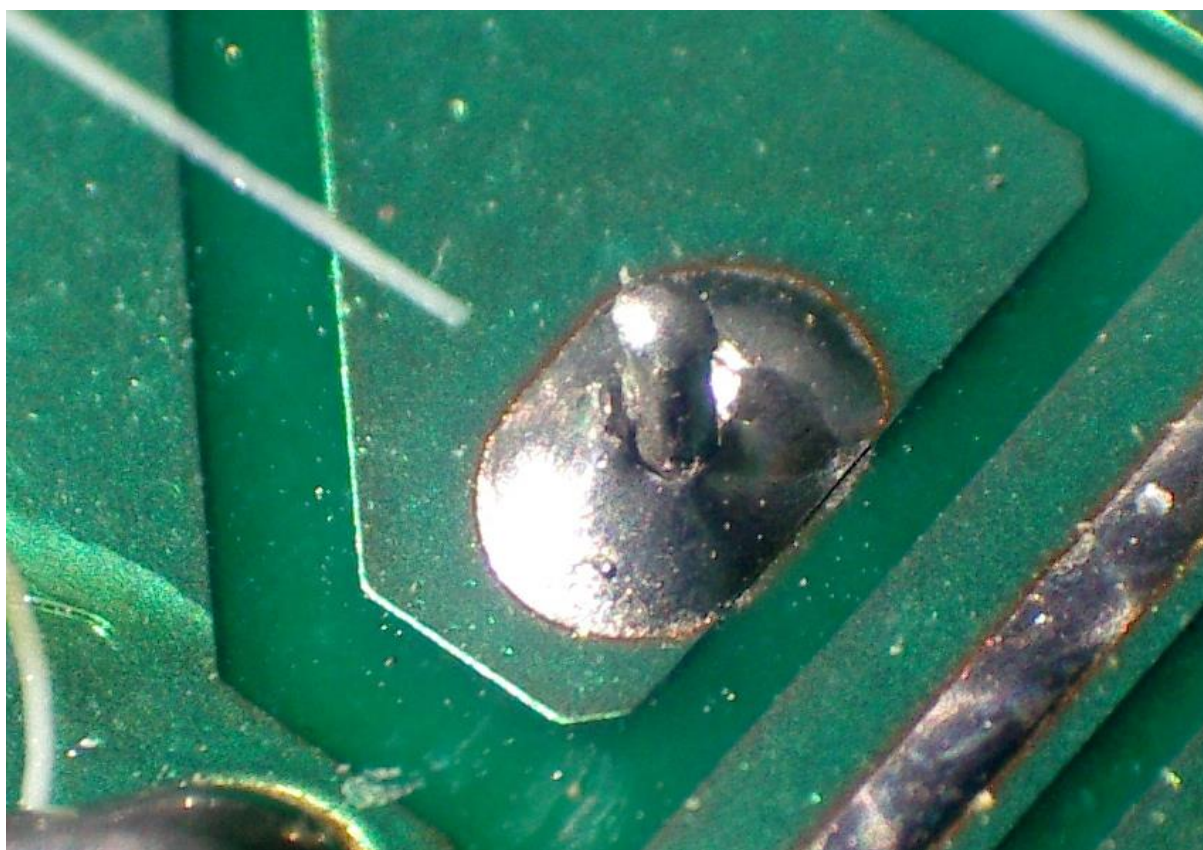
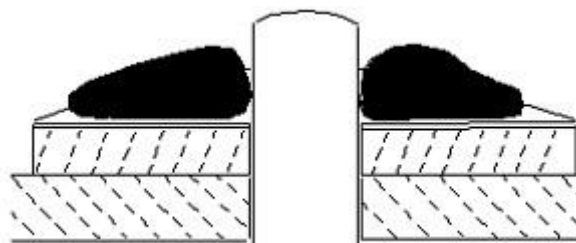
# Basiscursus elektronica: hand solderen

Document rev. 1.0 Datum: 130731  
Door Camiel Berkers ([camiel@barbecueman.eu](mailto:camiel@barbecueman.eu))  
[www.barbecueman.eu](http://www.barbecueman.eu)



## Een koude of droge las

Als de soldeerplaats niet heet genoeg gemaakt wordt smelt wel het soldeer, maar vloeit het niet over het oppervlak van de onderdelen. Je kunt dit bijna altijd zien.



Een goed doorgevloeide soldeerlas is mooi glimmend, een z.g. koude las is dof. Het is slechts een kwestie van opnieuw heet maken, soms wat extra soldeer toevoegen even lekker laten doorvloeien en dan pas de soldeerbout weghalen.

# Basiscursus elektronica: hand solderen

Document rev. 1.0 Datum: 130731  
Door Camiel Berkers ([camiel@barbecueeman.eu](mailto:camiel@barbecueeman.eu))  
[www.barbecueeman.eu](http://www.barbecueeman.eu)



## Een verbrande las

Als de soldeerplaats te lang en te heet gemaakt wordt veranderd de samenstelling van het soldeer. Het oppervlak van het soldeer wordt dan dof in plaats van glimmend. Dit is wel weer te herstellen door het oude soldeer een beetje te verwijderen (zie verderop) en met nieuw soldeer de soldering opnieuw te maken. Zodra de print door oververhitting beschadigd is, wordt het repareren vrijwel onmogelijk.

Eventueel flux(pen) gebruiken om goede verbinding te krijgen.



*Verbrande print,  
veel te heet gestookt,  
niet gemakkelijk te repareren*

## Teveel of te weinig soldeer

Het luistert vrij nauw hoeveel soldeer je toevoert. Gebruik je te weinig dan wordt de las niet sterk genoeg, gebruik je te veel dan is de kans op een koude las groot. Je moet door de vorm van het oppervlak nog kunnen zien wat er onder zit.



*Te weinig tin.  
Je kunt hier zelfs nog door het gaatje  
heen kijken.*



*Te veel tin. Er staan "bolletjes" op de  
soldeereilandjes.*

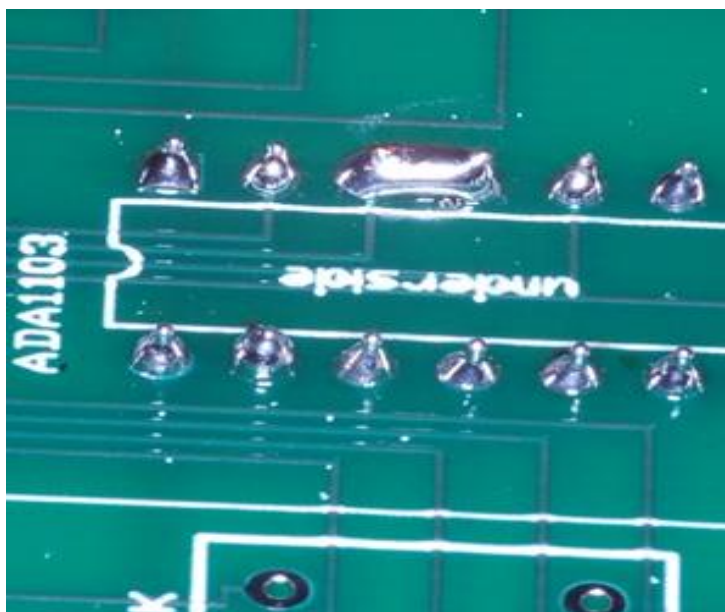
# Basiscursus elektronica: hand solderen

Document rev. 1.0 Datum: 130731  
Door Camiel Berkers ([camiel@barbecueman.eu](mailto:camiel@barbecueman.eu))  
[www.barbecueman.eu](http://www.barbecueman.eu)



## Een soldeerbruggetje

Soms ontstaat er door te veel soldeer een bruggetje naar een naburige soldeerplaats. Je zult merken dat als dit gebeurt, het dan lastiger is dan je denkt om dit te verhelpen.



De groene laklaag op de print zou dit moeten voorkomen, maar als je met de soldeerbout óók de naburige las tot smelten brengt is zo'n bruggetje zo gevormd.

## Hoe nu verder om de kortsluiting te herstellen

Een soldeerverbinding is zó weer los gemaakt. Soldeerplaats heet maken en de onderdelen zijn weer los. Soms is dat zo, maar helaas lang niet altijd. Onderdelen die in een print met doorgemetalliseerde gaatjes zitten zijn moeilijk te verwijderen. Hoe meer pootjes ze hebben, hoe lastiger die allemaal tegelijk los te krijgen zijn. In veel gevallen is dan de enige weg: alle pootjes los knippen, het onderdeel weg gooien, de pootjes één voor één met soldeerbout en pincet verwijderen en de soldeer uit de gaatjes zuigen. Ook kun je een hete luchtstation gebruiken om de print en het component gelijkmatig op te warmen. Hete lucht vergt inzicht, je loopt het risico om de print onherstelbaar te beschadigen (verbranden)

Realiseer je dat je bijna altijd de print wilt bewaren. Onderdelen en IC's zijn relatief goedkoop.

# Basiscursus elektronica: hand solderen

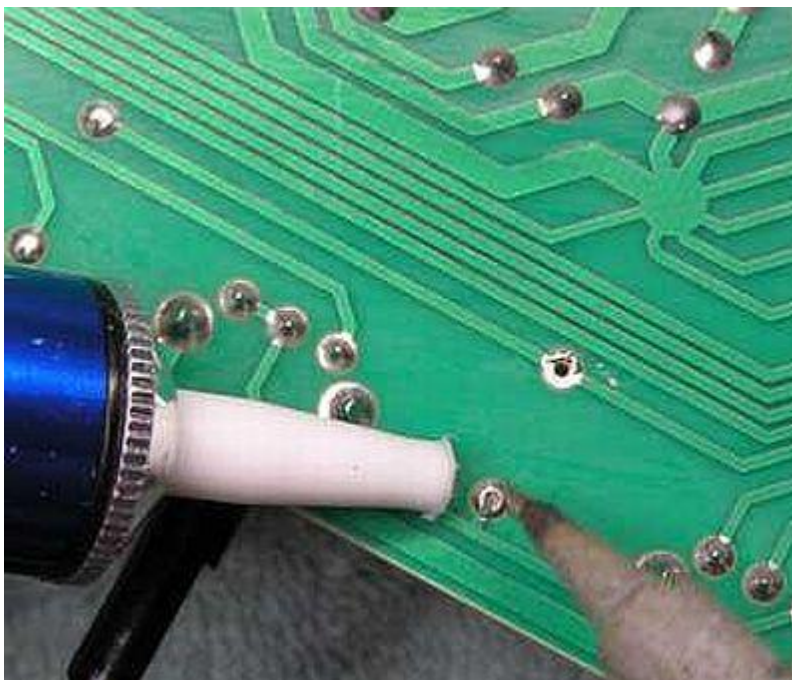
Document rev. 1.0 Datum: 130731  
Door Camiel Berkers ([camiel@barbecueman.eu](mailto:camiel@barbecueman.eu))  
[www.barbecueman.eu](http://www.barbecueman.eu)



Een methode is het gebruik van een soldeerzuiger (ook wel tin zuiger genoemd). Deze heeft een PTFE (Teflon) punt die tegen de temperatuur van gesmolten soldeer kan. Je zuigt hiermee de met de soldeerbout gesmolten soldeer weg van de las.



Bij een print met door gemetalliseerde gaatjes kun je met de print recht op in de bankschroef zetten, de zuiger aan de ene kant en de bout aan de andere kant, de gaatjes één voor één weer helemaal schoon zuigen.



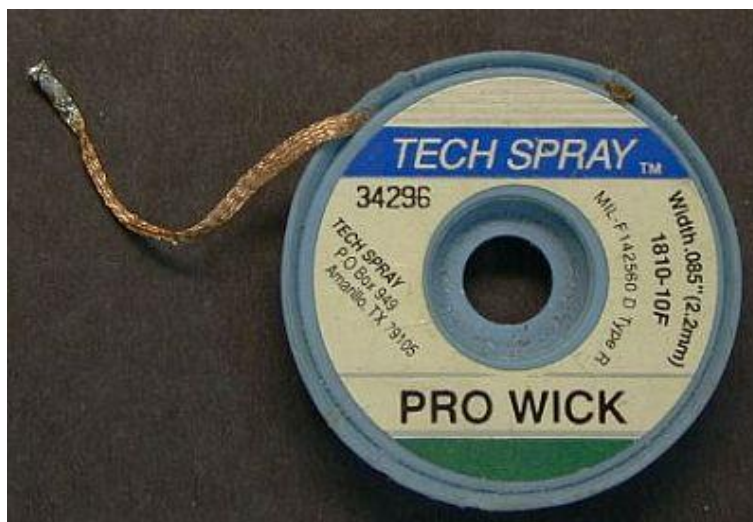
Maak de soldeerzuiger regelmatig schoon!

# Basiscursus elektronica: hand solderen

Document rev. 1.0 Datum: 130731  
Door Camiel Berkers ([camiel@barbecueman.eu](mailto:camiel@barbecueman.eu))  
[www.barbecueman.eu](http://www.barbecueman.eu)



Een ander hulpmiddel is de z.g. désoldeerlitze. Dit is kous uit heel fijn gevlochten koper, geïmpregneerd met hars als vloeimiddel.



Je gebruikt het door het tussen de hete soldeerbout en de soldeerplaats te klemmen. Via de litze smelt dan het soldeer en kruipt door de capillaire werking in de litze. Je moet dat een paar keer na elkaar doen. De stukjes volgezogen litze knip je af en gooi je weg.



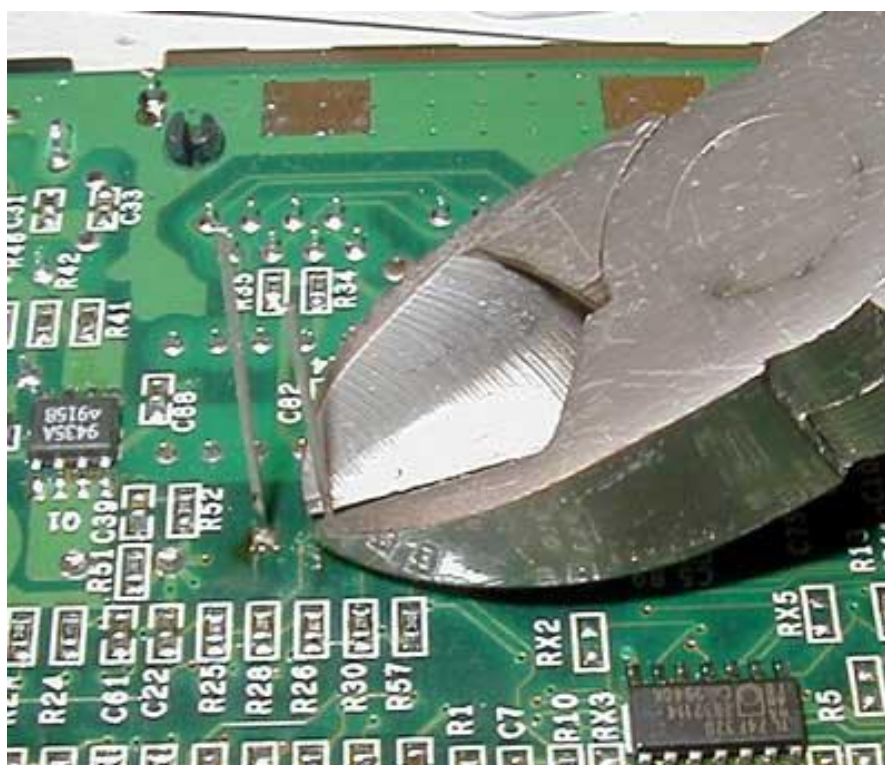
# Basiscursus elektronica: hand solderen

Document rev. 1.0 Datum: 130731  
Door Camiel Berkers (camiel@barbecueman.eu)  
www.barbecueman.eu



## Klaar met de soldeerverbinding

Zodra je een onderdeel aan 1 zijde even vast hebt gezet met soldeer, knip je de overtollige draden af met een kniptang. Zorg ervoor dat de pootjes van het onderdeel ten minste 1 tot 1,5mm boven de print uitsteken. Bij het knippen moet je wel even met je hand de afgeknipte draad vasthouden zodat hij niet weg springt. Daarna her soldeer je de verbinding, een soldeerverbinding mag nooit geknipt worden.



*Monteren door solderen*

## Storingen

Een soldeerverbinding is vrij zacht en kan geen mechanische krachten opvangen. Wordt er aan de draden van een onderdeel getrokken, bijvoorbeeld door uitzetten en krimpen (temperatuur), dan gaat de soldeerlas na korte of langere tijd los. Een onregelmatige verbinding is het gevolg en dat is heel vervelend, want het is niet of bijna niet te zien.

Alle solderingen (opnieuw) door solderen is de enige oplossing. Kom je dan de losgetrokken verbinding tegen, dan merk je dat direct. Het soldeer zal in eerste instantie niet hechten aan het draadje, maar alleen aan het eilandje van de print. Met enige moeite en extra soldeer komt dat wel weer in orde. (gebruik flux en nieuwe soldeer!) Maar niet voor altijd, want opnieuw zullen er krachten uitgeoefend worden op de soldeerlas(sen).

## Tot slot

Solderen is een handigheid, oefenen, oefenen, oefenen, oefenen, en oefenen is de enige manier om het onder de knie te krijgen. Heel veel succes!