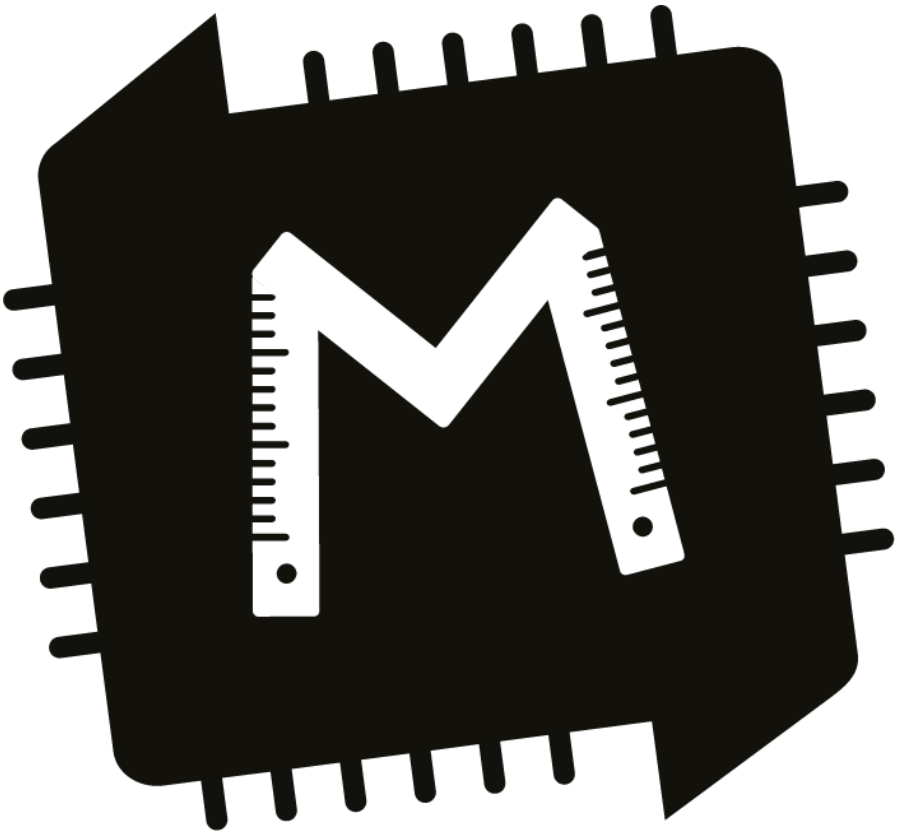


# Stoombootje

lowtech

Versie 1.0, April 2020
Deze handleiding werd ontwikkeld door Yvon Masyn.
voor Maakbib (STEM-partnerschap VLAIO)

en valt onder de Creative Commons licentie

www.maakbib.be
www.decreatievestem.be
www.vlaio.be/nl
www.stem-academie.be

# Wat?

**Tijd: 1u**

**Soort activiteit: kleine groep of individueel**

Dit bootje wordt voortgestuwd met een stoommotor. Een spiraal verhit door een vlam blaast afwisselend stoom en zuigt terug water op. Dit wordt ook wel een pop pop of putt putt motor genoemd. Deze versie kan gemaakt worden zonder solderen of temperatuursbestendig lijmen, maar met slim buigen en plooien. Het wikkelen van de motor gebeurt met een buiggereedschap die je eerst zelf kan maken. Maaktijd: ½ uur voor het buiggereedschap, 1uur voor het maken en testen van de boot. Materiaalkost: < 4EUR.



Stoomboot_foto1

# Inhoud


Wat? 3
Inhoud 3
Materiaal 4
Tools 5
Stap 1: brandstof en veiligheid 6
Stap 2: het buiggereedschap maken 6

Stap 3: De stoomspiraal buigen 11
Stap 4: De stoomspiraal inbouwen 16
Stap 5: Een roer toevoegen (eventueel) 21
Stap 6: Decoratie (eventueel) 27
Stap 7: Op stoom brengen en varen maar 29
Weetje(s) 31

# Materiaal

Voor het bootje:

- een messing of koperen buis van 3 mm of 1/8 inch buitendiameter, 2 mm binnendiameter, 50 cm lengte: https://www.opitec.be/technische-toebehoren/staaf-materialen/afstandsbusjes-messing-holnieten/messingpijp-0-5-x-3-x-500-mm.html?listtype=search&searchparam=Messing&pgNr=2

- een aluminium cakevorm van ongeveer 20 cm lang, 6 cm breed en 5 cm hoog: https://avevewinkels.be/Producten/Detail/bakken/keukenbenodigdheden/bakvormen/cake-aluminium/1adf1

- ongeveer 1 vierkante cm dubbelzijdig plakband (het type zonder schuim, zodat het dun genoeg is om koel te blijven in contact met de bodem): https://www.brico.be/nl/verf-laminaat-decoratie/tape-lijm/dubbelzijdige-tape/tesa-tapijttape-'universeel'-geel-5mx50mm/4453295

- een leeg aluminium kuipje van een theelichtje of een aluminium pasvorm voor kaarsen: https://cookinglife.be/bolsius-kaarsenpassingen-30-stuks/?gclid=CjwKCAjwv4_1BRAhEiwAtMDLsq7JrCK0D4rI2mmBOmyZad-m-WW82G5czBHIl7aEelpLtwMwvpQLABoChxEQAvD_BwE

- een papierklem type “foldback clips” met een rug van ongeveer 2cm: https://www.opitec.nl/technische-toebehoren/standaard-onderdelen/diversen------/foldback-clips-19-mm-zwart-12-stuks.html

- brandstof: Esbit brandstoftabletten, verkrijgbaar bij campingwinkels: https://www.asadventure.com/nl/p/relags-tabletten-Esbit 1434XX2005.html?colour=5806&gclid=CjwKCAjwv4_1BRAhEiwAtMDLspKiPKKGuuPtgQhMhR2JUJULu3fosmxCf-9_Rbo7Uz4KHQd4IVEYTxoC4NwQAvD_BwE

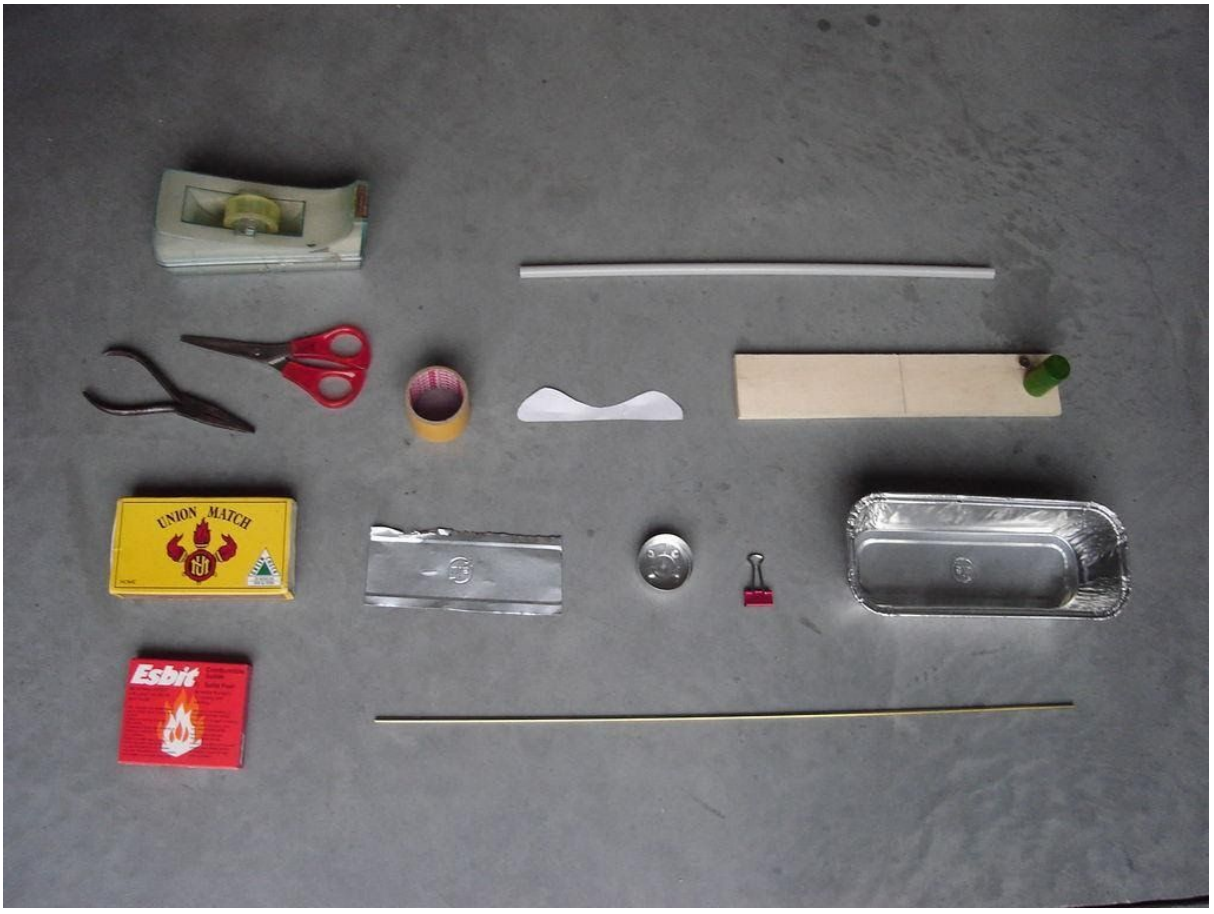
- eventueel, kan je om een roer te maken, een extra aluminium cakevorm in stukken knippen. Je kan zeker drie roeren uit één bakje halen.

- voor de decoratie: permanent markers, aluminiumfolie, nog wat dunne dubbelzijdige plakband.

Voor het buiggereedschap:

- een stuk hout minimaal 4 cm x 15 cm x 1 cm;

- een schroef met een lengte die ongeveer gelijk is aan de dikte van het stuk hout en een schroef 2 tot 3 cm langer.
- een stuk stevige en stijve buis die vlot over de over de messing of koperen buis past. Dat kan een stuk PVC elektriciteitsbuis zijn, maar het werkt best als de diameter niet veel groter is dan de messing of koperen buis.
- een stevige cilindervorm 2 cm diameter en ongeveer 3 à 4 cm lengte: een stuk rondhout of een stuk 20mm elektriciteitsbuis (die je later opvult met smeltlijm).



Stoomboot_foto2

# Tools

- vuur: lange lucifers of een lange aansteker
- schoon vaarwater, minimum 3cm diep.
- Een windvrije omgeving: binnen of goed afgeschermd.
- een tangetje of pincet om de brandstof vast te nemen
- handboor (of boormachine en boor) met een diameter iets kleiner dan die van de schroeven.
- schroevendraaiers passend voor de schroeven
- als je een holle cilinder gebruikt, heb je ook een smeltlijmpistool en smeltlijm nodig om die op te vullen. Een lage temperatuur smeltlijmpistool is sterk aanbevolen omdat het minder gevaarlijk werken is.

- eventueel: een schroefklem (sergeant) om het buiggereedschap stevig op een tafel te bevestigen.
- eventueel: injectiespuit om de buis met water te vullen (zonder naald natuurlijk)
- eventueel voedingskleurstof, om de werking duidelijker te maken.
- voor het eventuele roer: een printer en papier, een schaar, plakband

# Stap 1: brandstof en veiligheid

Zonder hitte geen stoom. De bouw van de dit stoombootje is eenvoudig genoeg voor kinderen vanaf 6 jaar, maar bij het gebruik komt vuur te pas, dus is begeleiding van een volwassene noodzakelijk. En vergeet ook niet dat de stoom die er uit komt gevaarlijk heet is.

Deze kleine stoombootjes worden vaak met een kaars gebruikt, maar dat werkt niet altijd even goed. Een kaars geeft ook veel roet, wat de motor vuil maakt en minder goed doet werken. De Esbit brandstoftabletten branden erg schoon. Maar daardoor is de vlam ook veel minder goed zichtbaar. De brandstof brandt ook heviger. Dus het is wel wat gevaarlijker dan een kaars.

Op de verpakking van de Esbit brandstoftabletten staat dat inademing en contact met de huid moet worden vermeden. Ze zijn dan ook verwant aan petroleum, zoals in lampolie. Lees samen met een volwassene de waarschuwingen op de verpakking en spreek af hoe je er mee omgaat.

Het is een goede gewoonte om je boot van brandstof te voorzien met een tang of pincet, ook om je vingers niet te verbranden als je een tablet toevoegt in een bootje dat nog warm is.

Laat het bootje altijd helemaal afkoelen voor je het uit het water haalt.

Eén Esbit tablet brandt ongeveer 10 minuten. Een halve tablet geeft iets meer dan 5 minuten. Twee tabletten zijn een verspilling in dit soort bootjes en geeft niet zo veel langere brandtijd.

# Stap 2: het buiggereedschap maken

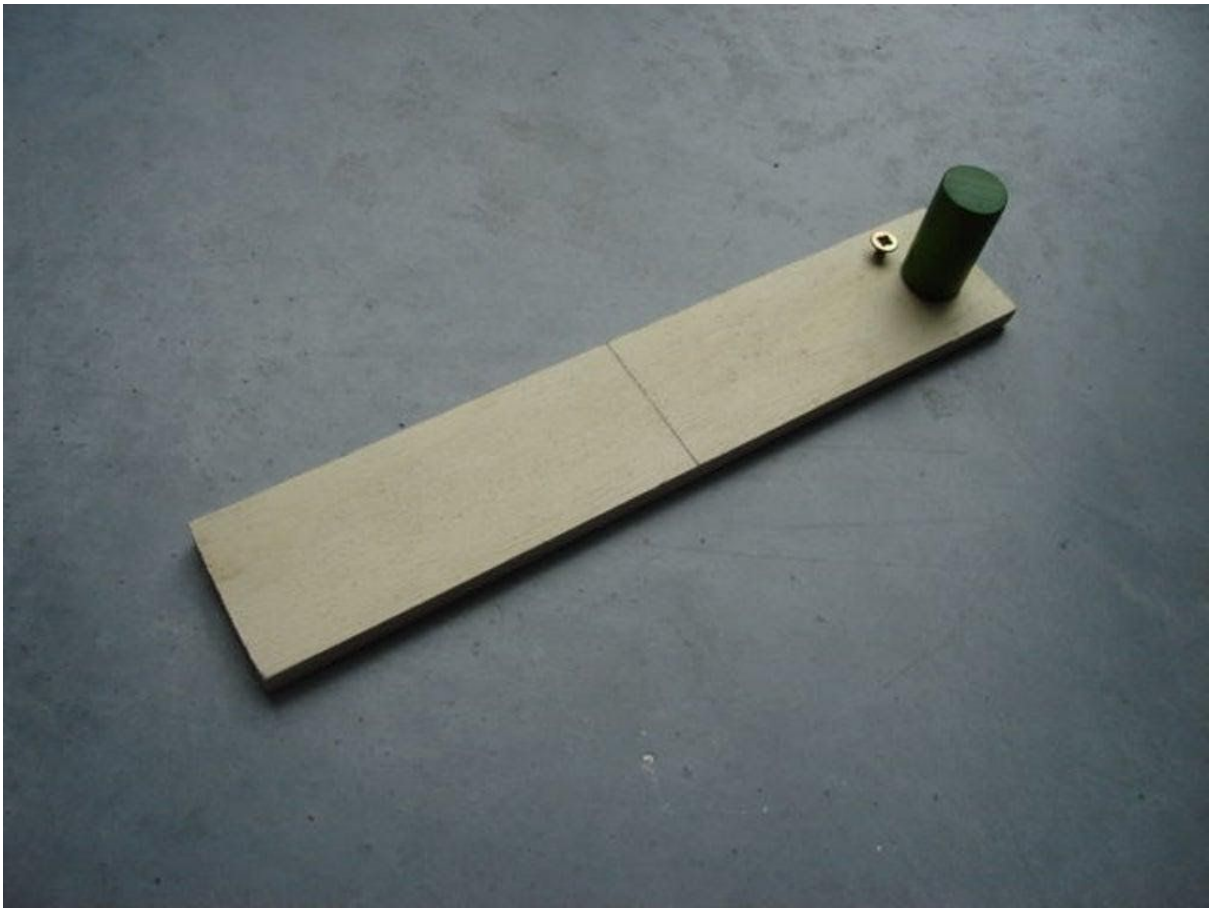
Het stoombootje gebruikt een buisje dat tot een spiraal gewikkeld wordt als motor. Om die spiraal te maken heb je een gereedschap nodig dat je eerst zelf maakt.

Je bevestigt eerst de 2cm dikke cilinder rechtop, dicht bij het uiteinde van het stuk hout. Maak gaten in het hout en de cilinder en schroef ze stevig aan elkaar met de langste schroef. Er mag geen opening tussen de cilinder en het stuk hout zitten.

Je kan de ook een stuk buis als cilinder gebruiken, bijv. een 3 à 4 cm lang stuk elektriciteitsbuis van 20 mm. In dat geval schroef je de grote schroef in het hout en je plaatst het stuk buis erover heen. Vervolgens vul je de cilinder helemaal met smeltlijm en laat die

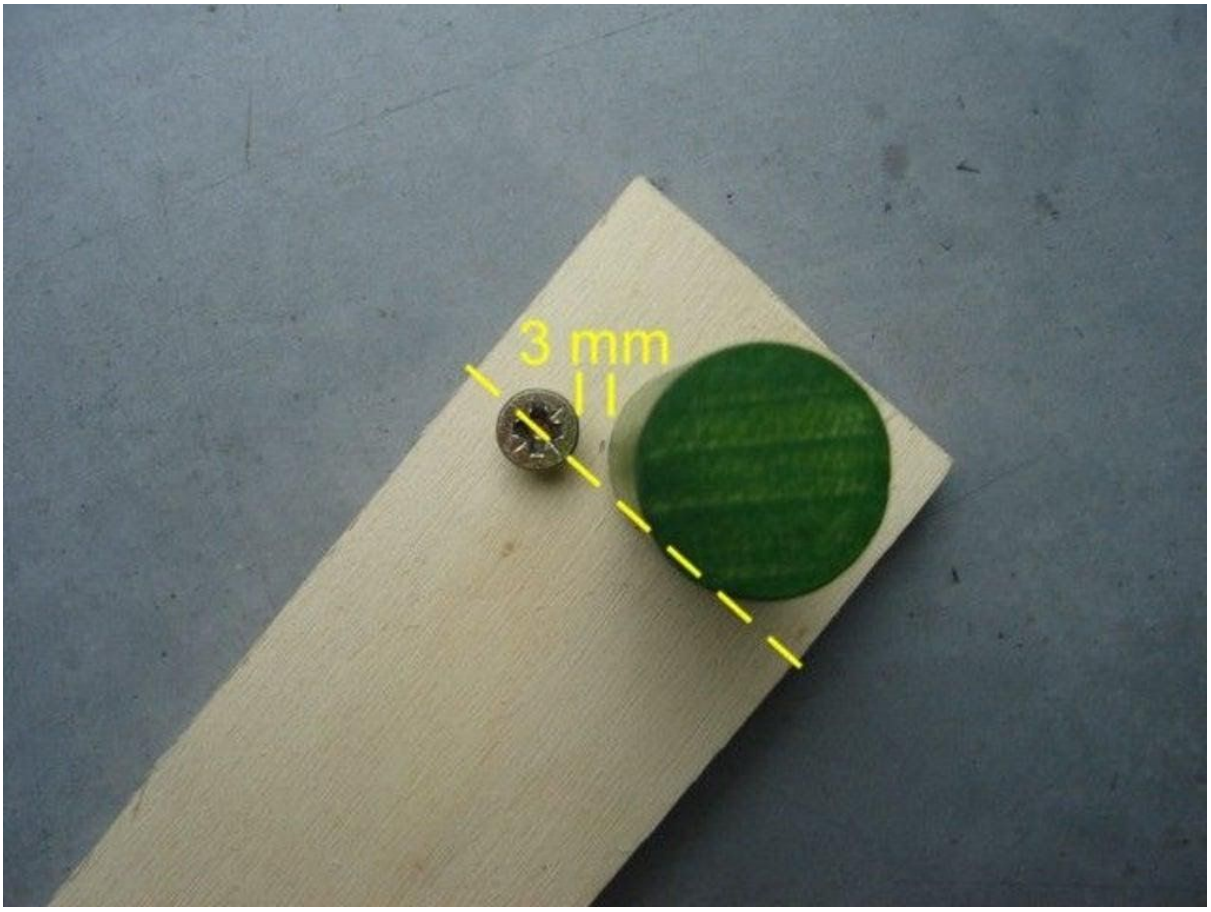
hard worden voor je verder doet. Verderop in dit stappenplan worden ook foto's van deze andere versie gebruikt.

Je kan het buiggereedschap ook maken door in het stuk hout een gat te maken waar de cilinder in spant, bijv. met lasersnijden of CNC frezen. Dan kan je tegelijk ook het gaatje maken voor de korte schroef.



Stoomboot_foto3

Boor een gaatje voor de korte schroef, dicht bij de cilinder, op de lijn zoals op de foto en zo dat de te buigen buis er nog net tussen kan.



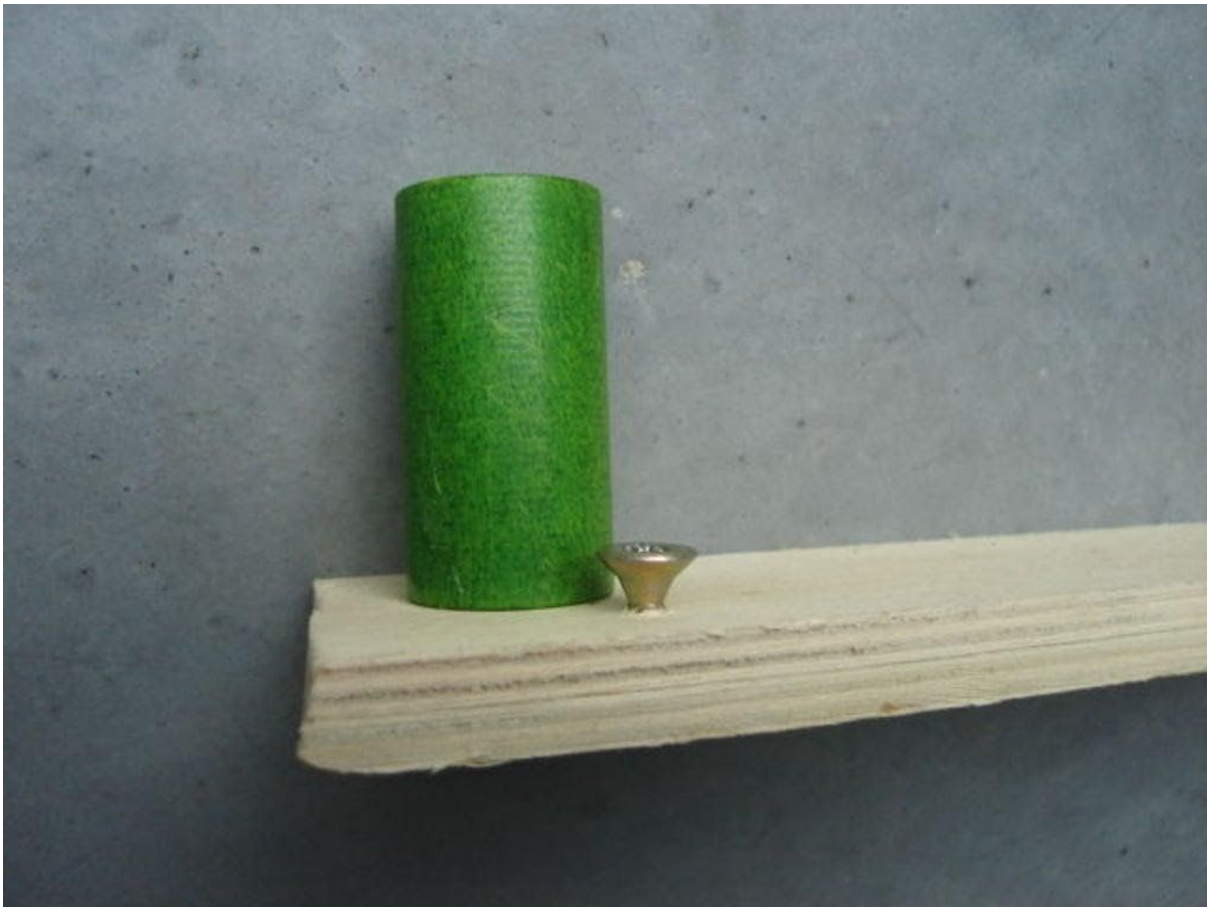

stoomboot_foto4



stoomboot_foto5

Draai de schroef zo diep dat de buis net onder de kop van de schroef past.

Als een punt van een schroef door hout komt, zorg er dan voor dat niemand er zich kan aan bezeren: gebruik een kortere schroef, vijl de punt weg of lijm er een extra laag hout over.



stoomboot_foto6

Markeer een lijn op het stuk hout op 9,5 cm (voor buizen van 50 cm) vanaf de cilinder als "startpositie" voor het buigen.

Stoomboot_foto7

# Stap 3: De stoomspiraal buigen

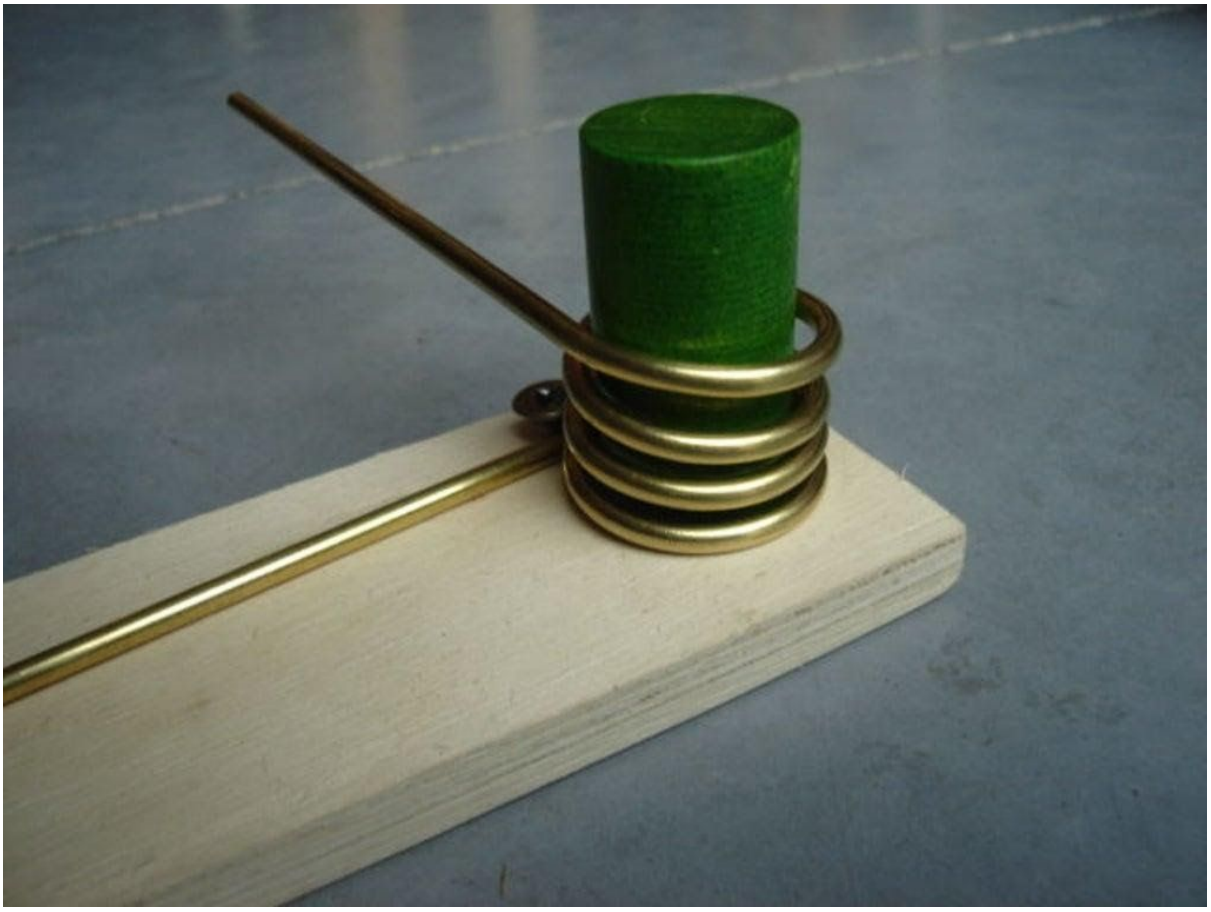
Het kan helpen het buiggereedschap vast te klemmen op een tafel, maar stevig vasthouden gaat ook.

Plaats de messing of koperen buis in het gereedschap, met het ene uiteinde tot aan de markering op 9,5 cm, zoals getoond in de vorige foto.

Schuif een stevige buis over het andere uiteinde als buighulp, waarbij je het uiteinde van die buis minimaal 1 of 2 cm van de cilinder houdt. Zo buig je de buis beetje bij beetje rond de cilinder. Het is belangrijk om de buis steeds een beetje opschuift en op een paar cm van de cilinder houdt.

Belangrijk is dat je de buis hierbij niet plat plooit (niet laten knikken heet dat). Werk traag en als je ziet dat de buis op één plaats teveel plooit in plaats van mooi rond te buigen, plooi dan een beetje terug, verschuif de hulpbuis een beetje en buig verder.

Probeer de wikkelingen zo dicht mogelijk bij elkaar te houden, maar openingen tot ongeveer een halve cm zijn nog steeds goed. Maak vier wikkelingen, eindigend met de twee uiteinden van de buis loodrecht op elkaar (zie foto).



stoomboot_ foto8

Verwijder de hulpbuis en schuif deze over het andere uiteinde, tot ongeveer 1 cm vanaf waar de buis de schroef passeert. Buig het buisuiteinde 45 graden naar de andere kant.



stoomboot_foto9

Verwijder de hulpbuis en de complete spiraal van het buiggereedschap. Draai de spoel om en schuif hem terug op de cilinder, waarbij nu het andere uiteinde tussen de cilinder en de schroef komt.



stoomboot_foto10

Schuif de hulpbuis over dit uiteinde en buig deze ook 45 graden, zodat deze evenwijdig loopt met het eerste uiteinde.



stoomboot_foto11

Je stoomspiraal is klaar. Hieronder een paar voorbeelden. De ene is minder perfect dan de andere, maar ze werken beide.



stoomboot_foto12

Hier is een oud filmpje dat het buigen toont https://youtu.be/DM-EJbI7GWs

# Stap 4: De stoomspiraal inbouwen

Strek eerst beide uiteinden van de bakvorm uit. Trekken aan de uiteinden werkt beter dan duwen op de zijkanten.



stoomboot_foto13

Het ene uiteinde vormt de boeg, de voorkant van een boot. De ander kant buig je terug naar binnen. Zorg ervoor dat de vouw niet te diep komt om te voorkomen dat er water naar binnen stroomt wanneer de boot in gebruik is.



stoomboot_foto14

Plaats de stoomspiraal in de vouw, zodanig dat de buisuiteinden achteraan uitsteken en even laag komen als de bodem van de boot. Als de twee uiteinden van de buis niet even lang zijn, plaats dan de langste aan de bovenkant. Op deze manier is het later gemakkelijker om straks beide uiteinden in het water te houden.



stoomboot_foto15

Met de papierklem zet je de twee stukjes rechte buis vast tussen de naar binnen geplooide aluminium wanden. Zorg ervoor dat je mooi alles samenklemt, zodat de spiraal op zijn plaatst blijft. Laat de hendeltjes van de papierklem rechtop staan. Dit zal ook het later aanbrengen van het eventuele roer gemakkelijker maken. Zodra alles stevig is vastgeklemd, buig je de boot terug in vorm.



stoomboot_foto16

Onder de spiraal zet je een lege aluminium cup van een theelichtje of een aluminium pasvorm voor kaarsen vast met een beetje dunne dubbelzijdige plakband. Omdat de bodem van de boot door het water koel wordt gehouden en de warmte voornamelijk naar boven gericht is, zal dunne dubbelzijdige plakband niet verbranden.



stoomboot_foto17

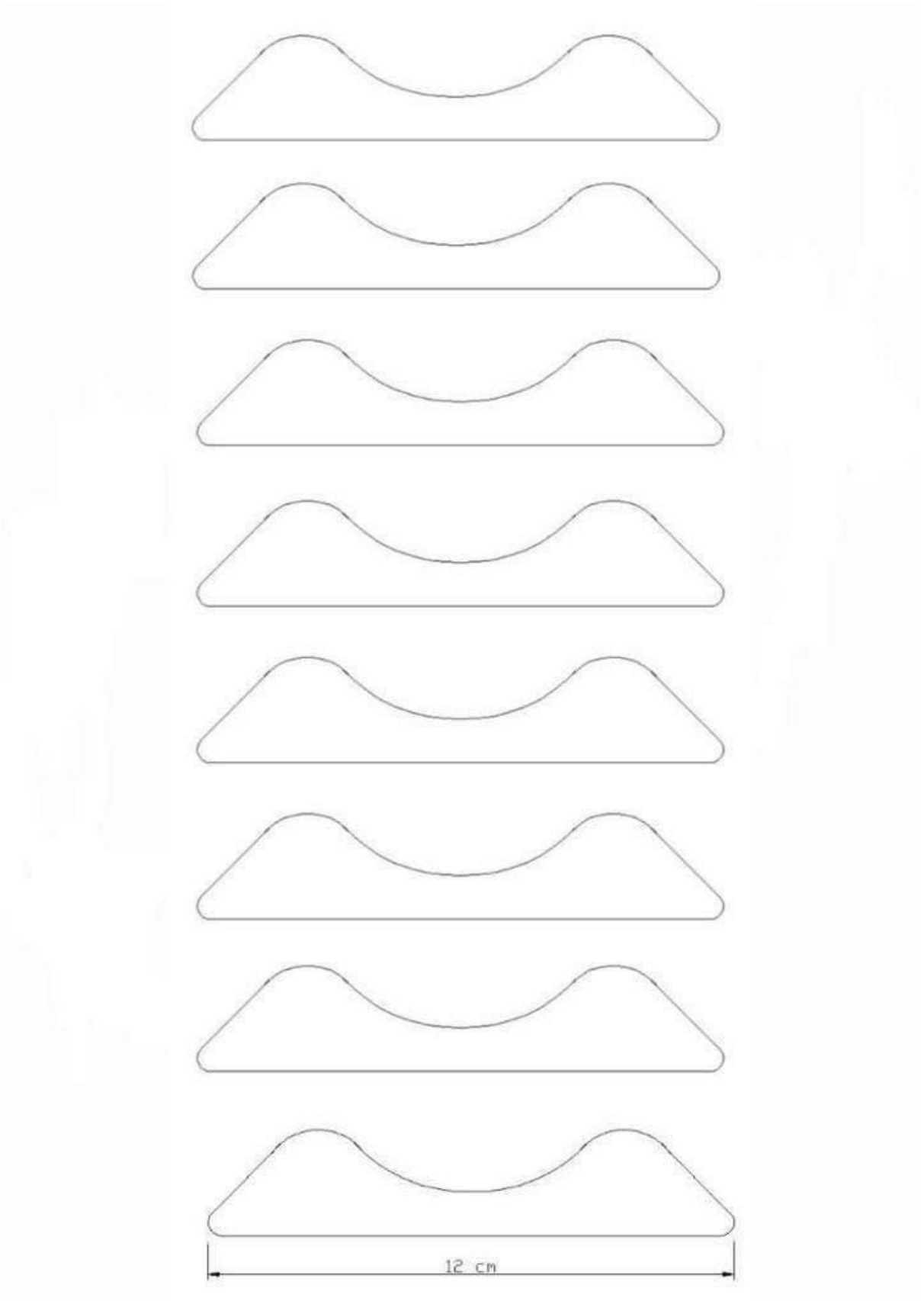
Hier is een oud filmpje dat het inbouwen van de spiraal toont https://youtu.be/nBvvCwmPdZk

# Stap 5: Een roer toevoegen (eventueel)

In deze stap gaan we een aluminium cakevorm in stukken knippen. Dit geeft scherpe randen, dus zorg dat je jezelf niet snijdt.

Een roer is niet noodzakelijk om de boot uit testen, maar is vooral belangrijk om korte bochten te maken als je maar een klein wateroppervlak hebt. Je kan altijd later beslissen een roer toe te voegen. Laat wel je boot volledig afkoelen voordat je een roer toevoegt, opdat je je niet verbrand.

Druk het onderstaande sjabloon af. Schaal het zo dat de vormen 12 cm lang zijn. Dit is normaal het geval als je de tekening op een volledig A4-blad afdrukt. Er staan meerdere vormen op de tekening om papier te besparen als je dit met een grotere groep doet. Je kan de vorm van het roer veranderen. Eén lange zijde is recht gemaakt om overeen te komen met de gevouwen zijde van het roer (zie verder). De rest van de vorm is gekozen om het roer in het midden makkelijk buigbaar te maken. Ten slotte is het belangrijk alles af te ronden om te voorkomen dat iemand zich bezeert aan scherpe punten.




stoomboot_roersjabloon

Knip het gewenste aantal papieren roersjablonen uit. Snij uit een extra aluminium bakvorm een stuk van minimaal 12 cm x 5 cm. Normaal kan je 3 van die stukjes uit één vorm halen.



stoomboot_foto18

Vouw het stuk dubbel langs de lange kant. Druk de vouw goed aan.



stoomboot_foto19

Leg er een papieren sjabloon op en zorg ervoor dat de rechte rand gelijk ligt met de vouw. Bevestig het door er wat doorzichtig plakband overheen te plakken.



stoomboot_foto20

Knip de vorm uit. De rechte kant (de vouw dus) knip je natuurlijk niet. Verwijder het papier en het deel dat je los geknipt hebt.



stoomboot_foto21

Open de papierklem een klein beetje en schuif het roer tussen de vouw in de scheepsromp, met de rechte kant naar beneden. Laat het roer net boven en voorbij de buisuiteindes uitkomen.



stoomboot_foto22

Ook hierover een oud filmpje: https://youtu.be/cZII8QkF6LI

# Stap 6: Decoratie (eventueel)

Je kunt de boot versieren zolang je materialen gebruikt die bestand zijn tegen water en tegen hitte. Je mag geen decoratie dicht bij de vlam plaatsen, maar zelfs dan kan je best materialen gebruiken die niet smelten of verbranden wanneer ze per ongeluk in de buurt van de hitte komen. Je kunt poppetjes maken met gewone aluminiumfolie en met dunne dubbelzijdige plakband aan de romp vastplakken. Je kan de romp versieren met permanent markers.



stoomboot_foto23



Stoomboot_foto24

# Stap 7: Op stoom brengen en varen maar

De bootjes zijn zeer licht, dus kan je ze niet gebruiken als er wind is. Werk binnen, of goed afgeschermd van de wind.

Zorg eerst en vooral voor het vaarwater: het bootje haalt het water voor de stoom uit het vaarwater, dus je hebt schoon water nodig. Een diepte van 3cm is genoeg. Je kan een vinyl plonsbadje gebruiken, maar zorg ervoor dat de wand niet naar binnen overhangt, om uit de vlammen van de bootjes te blijven.

Zet het bootje in het water en controleer of beide buisuiteinden onder water uitkomen. Zo niet, schuif de buisjes en plooi het bootje bij tot dat zo is.

Haal het bootje uit het water en vul de spiraalbuis eerst helemaal met water. Dat kan je doen onder de kraan. Hou één uiteinde onder een lopende kraan, tot het water uit de andere kant komt. Als alternatief kan je ook een injectiespuit (zonder naald natuurlijk) gebruiken om de spiraal te vullen. Met zo'n spuit kan je de spiraal ook vullen terwijl het bootje in het water ligt. Je kan ook voedingskleurstof in de buis doen om straks beter te zien hoe het werk.



stoomboot_foto25

Hou de uiteinden van de buis zo goed mogelijk dicht en zet het bootje snel in het water, zodanig dat beide uiteinden onder water uitkomen.

Pas dan leg je een Esbit tablet (of een halve) in het cupje onder de spiraal. Steek een lucifer aan en laat hem gewoon in het cupje vallen. Het is niet nodig om de lucifer vast te houden. Het is beter om het indien nodig opnieuw te proberen, dan de lucifer te lang vast te houden en je vingers te verbranden. Je kan de resten van de lucifer verwijderen zodra alles is verbrand en is afgekoeld. Je kan ook een lange aansteker (zoals voor kaarsen) gebruiken.

Geef de Esbit tablet even de tijd om volledig te ontbranden. Na een tijdje begint het bootje voort te bewegen. Houd de twee buisuiteinden altijd in het water, anders stopt het. Het zal niet terug op gang komen zonder dat de spiraal terug met water kan gevuld worden. Als de brandstof nog brand, kan dat natuurlijk niet onder de kraan. Eventueel kan je het heel voorzichtig doen met een spuit.

Je kan een tweede Esbit tablet toevoegen wanneer de eerste bijna volledig is verbrand. Doe dit met een metalen tang of pincet om te voorkomen dat je je vingers verbrandt. Twee Esbit tabletten tegelijk geeft een feller vlam, maar geen langere brandduur en geen extra snelheid. Hou er rekening mee dat de Esbit tabletten tijdens het branden gedeeltelijk vloeibaar kunnen worden, dus wees steeds voorzichtig met de boot.

Als je een roer gemaakt hebt, probeer het te buigen tot de boot de gewenste bocht maakt.



stoomboot_foto26

Ziehier een oud filmpje over het klaarmaken van het bootje: https://youtu.be/b8p5J5Xwsg8
En hier een filmpje met voedingskleurstof: https://youtu.be/vUlrFMorg7s

# Weetje(s)

Hoe werkt het?

> Door de hitte van de vlam wordt het water in de spiraal tot koken gebracht en dus omgezet in stoom. Stoom heeft een veel groter volume dan water en wordt dus naar buiten geblazen. Aan de uiteinden, in het koude water, wordt de stoom terug water (condenseert) en wordt het volume terug kleiner. Door het kleiner volume wordt vers water aangezogen en kan alles van vooren af aan herbeginnen.

Waarom is het een buis?

> Een buis is gemakkelijk te vullen met water, omdat de lucht er aan het andere uiteinde uit kan. Tijdens de werking volstaat één opening ook. Je kan dat testen door voorzichtig één uiteinde (opgelet, heet!) dicht te plakken tijdens de werking. Dit natuurlijk zonder de uiteinden uit het water te laten komen.

## Stoom blazen en water opzuigen, maar waarom gaat het vooruit?

Je vraagt je misschien af waarom het bootje niet evenveel achteruit gaat wanneer de buisjes terug water opzuigen? Wel, het uitgeblazen water en de stoom volgen de richting van de buis, recht naar achter gericht. Dat duwt de boot vooruit. Het aanzuigen van vers water gebeurt voor een groot deel ook vanuit de zijkanten. Dat deel van de waterstroom geeft geen beweging.

## Wie vond dit uit?

Dit type stoomaandrijving is uitgevonden door Thomas Piot en hij heeft er een octrooi voor gekregen in 1891. Een octrooi is een wettelijk bescherming dat het zijn uitvinding is.

Charles McHugh bekwam in 1915 een patent voor een versie met een dun oppervlak (een “membraan”), die een duidelijk pop-pop geluid geeft. Zo werden deze bootjes bekend als pop pop of putt putt bootjes. Zelf dit type maken is wat moeilijker en vereist zorgvuldig solderen of werken met epoxylijm (toch wat gevaarlijk). Een goede engelstalige beschrijving vind je hier: https://sciencetoymaker.org/putt-putt-boat/

Het octrooi in 1920 van William Purcell beschrijft hoe je dit stoommotor kan maken door een buis tot een spiraal op te wikkelen. Dit is de allereenvoudigste manier om een stoommotor te maken.

Een octrooi betekent dat de uitvinder bepaalt wie het mag toepassen, meestal tegen betaling. Zo kunnen uitvinders geld verdienen aan hun werk, zonder dat anderen het gewoon nadoen. Octrooien (ook wel patenten genoemd) zijn maximum 20 jaar geldig. Dus in dit geval mogen we het vrij namaken.