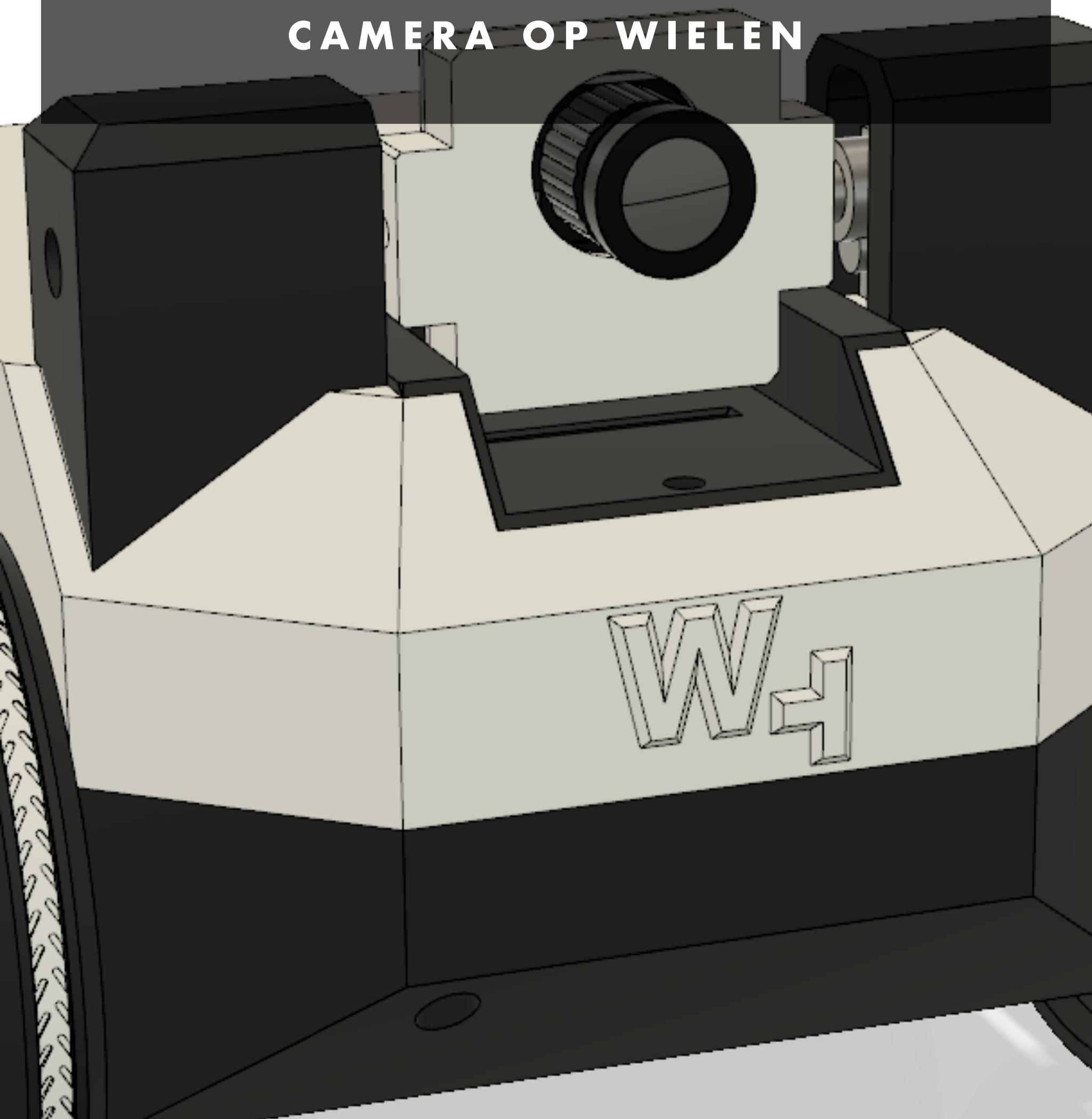
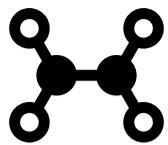




OBS DE HUIFKAR  
**HUIFIE**  
CAMERA OP WIELEN



<b>1. Inleiding .....</b>	<b>3</b>
1.1 Wat gaan we doen? .....	3
<b>2. Teams maken .....</b>	<b>4</b>
<b>3. 3D print .....</b>	<b>5</b>
3.1 Inleiding: wat is 3D ontwerp en print?.....	5
3.2 De onderdelen printen .....	6
<b>4. Bouwen - alle onderdelen samenvoegen .....</b>	<b>12</b>
4.1 Fase 1 - wielen en tandwielen.....	13
4.2 Fase 2 - De motoren .....	15
4.3 Fase 3 - Het brein .....	16
4.4 Fase 4 - De motorbesturing .....	18
4.5 Fase 5 - De servo .....	20
4.6 Fase 6 - De camera .....	21
4.7 Fase 7 - De power bank .....	23
<b>5. Software - Huifie's brein .....</b>	<b>24</b>
5.1 De software op het micro SD kaartje plaatsen .....	24
5.2 Rijden met Huifie.....	26
<b>6. Communicatie.....</b>	<b>28</b>
6.1 Plan.....	28
6.2 Time Lapse van 3D printen .....	28
6.3 Stop Motion .....	29
6.4 Videobewerking.....	29
6.5 Presentatie.....	29
<b>7. Programmeren .....</b>	<b>30</b>



## 1. INLEIDING

Sinds het schooljaar 2016/2017 hebben we op school een 3D printer. Deze printer is in elkaar gezet door de leerlingen die toen in groep 7 en groep 8 zaten. Het was een leuk project en aan het einde hadden we een werkende 3D printer.

Een mooi resultaat, maar zo'n apparaat is natuurlijk het leukst als je er daarna ook nog iets mee doet. We hebben de printer tot nu toe met name gebruikt om kleine dingen mee te printen, bijvoorbeeld voor het afscheid van groep 8. Niks mis mee, maar nu willen we het iets groter aanpakken!

### 1.1 WAT GAAN WE DOEN?

De bedoeling is, dat we met de hele klas samen een soort camera op wielen gaan bouwen: een autootje met een camera aan de voorkant die je vanaf een computer, een tablet of een telefoon kunt besturen en waarop je dan ook het beeld van de camera kunt zien. Het autootje heet “Huifie”.

Het is een project waarbij heel wat komt kijken:

- Allereerst moeten we teams maken: wie gaat met wie samenwerken en wat gaat elk team doen?
- Een groot deel van de onderdelen gaan we printen met de 3D printer.
- Alles moet in elkaar worden gezet. Niet alleen de onderdelen die we hebben geprint, maar ook andere onderdelen zoals de camera en de motoren om Huifie te laten rijden.
- Als Huifie klaar is, kan ‘ie eigenlijk nog niets. Er zit dan wel een soort ‘brein’ in, maar we zullen dat brein nog moeten vullen met alles wat nodig is om Huifie op afstand te kunnen besturen.

Als we klaar zijn met het project, hebben we niet alleen een werkende camera op wielen. De bedoeling is, dat we zelf ook computerprogramma’s kunnen maken voor Huifie. Op die manier kunnen andere klassen ook nog plezier hebben van Huifie!

## **2. TEAMS MAKEN**

Als eerste gaan we teams maken. Het hoeft niet persé op de manier die hier onder staat, maar het is wel handig om 5 of 6 teams te hebben. Huifie is niet heel klein maar het is lastig om er met 10 personen omheen te staan, dus maak de teams niet te groot.

Welke teams zouden er kunnen zijn?

1. Het 3D print team. Dit team besluit welke kleuren de onderdelen krijgen en zorgt er voor, dat ze worden geprint op de 3D printer. Dit zouden ook twee teams kunnen zijn want er moeten genoeg onderdelen worden geprint. Je kunt dan de onderdelen verdelen over twee teams.
2. Het bouwteam. Dit team kan beginnen zodra de 3D onderdelen zijn geprint. Het team zet de onderdelen in elkaar. Ook hier zou je weer twee teams kunnen maken, die om en om werken totdat Huifie in elkaar is gezet.
3. Het software team. Dit team zorgt ervoor dat het ‘brein’ van Huifie gaat werken. Al tijdens het bouwen moet een deel van het brein z’n werk al kunnen doen, want anders krijgt het bouwteam de camera niet goed afgesteld. Als de bouw klaar is, zorgt het software team er voor, dat Huifie alles goed doet.
4. Team communicatie. Zonder goede communicatie is de kans groot dat een project mislukt. Team communicatie zorgt er voor, dat de hele klas op de hoogte blijft. Hoe ver zijn we met printen? Hoe gaat het met de bouw? Wanneer is het volgende team aan de beurt? Ook kan team communicatie zorgen voor een (foto-) verslag op de website of de Facebookpagina van school. Willen jullie ook iets vertellen en laten zien aan de andere groepen?
5. Het programmeerteam. Al tijdens het project kan dit team nadenken over wat je met Huifie kan doen als ‘ie klaar is. OK, je kunt er mee rijden, maar is het niet veel cooler om een programma te schrijven zodat Huifie zelf een taak kan uitvoeren? Het programmeerteam maakt het mogelijk!

In de rest van dit boekje gaan we er van uit, dat de teams ongeveer zijn ingedeeld zoals hierboven beschreven. Per hoofdstuk worden de taken van de teams beschreven.

## 3. 3D PRINT

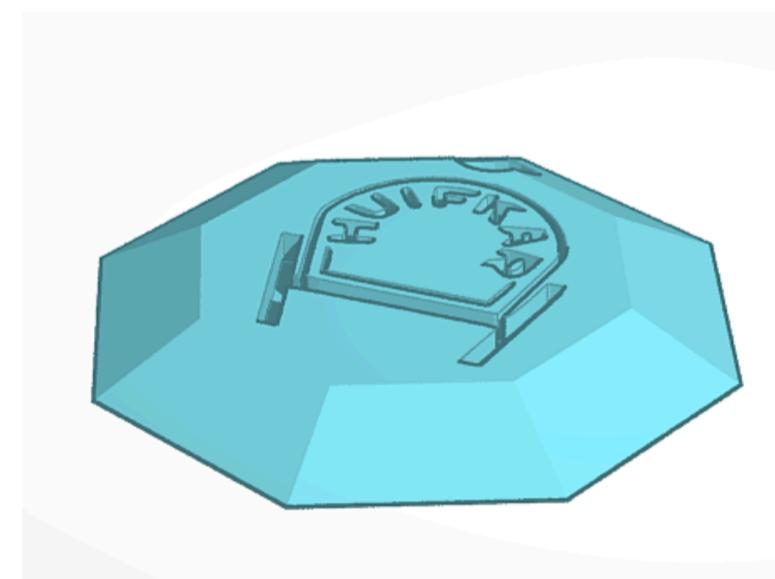
### 3.1 INLEIDING: WAT IS 3D ONTWERP EN PRINT?

Ons autootje heet Huifie, maar eigenlijk is het een “Watney model 4 rover”, die we een beetje hebben aangepast. Het ontwerp is gemaakt door Nik Ivanov. Als je hier meer over wilt weten, kun je naar de website gaan waar Nik alles heeft beschreven. Het hoeft niet: je kunt de onderdelen ook printen zonder de site. Dit is de link naar de site:

<https://github.com/nikivanov/watney>

Het ontwerp is zo gemaakt, dat je de meeste onderdelen met een 3D printer kunt uitprinten. Maar hoe kom je nu eigenlijk tot een model en de uiteindelijke print? Eigenlijk volg je dan de volgende stappen:

1. Je maakt een ontwerp met een speciaal 3D ontwerpprogramma. Dit heet CAD: Computer Aided Design. Er zijn veel verschillende CAD programma's, die allemaal net iets anders werken. Autodesk is een programma dat veel mensen gebruiken die voor hun werk 3D ontwerpen maken. De makers van Autodesk hebben ook een ontwerpprogramma gemaakt dat eenvoudiger is om te gebruiken. Dit programma heet Tinkercad (zie <https://www.tinkercad.com>) en deze gebruiken we vaak op school. Met behulp van Tinkercad hebben we bijvoorbeeld deze sleutelhanger ontworpen. Ook hebben we Tinkercad gebruikt om niet “Watney”, maar “Huifie” achterop ons autootje te krijgen.



2. Een 3D printer print het ontwerp laagje voor laagje. Eerst wordt de onderste laag geprint en daarna worden de volgende lagen er één voor één boven op gelegd. Een laagje wordt in het Engels een ‘slice’ genoemd. Nadat het model is gemaakt, gebruik je een

computerprogramma om het model in laagjes te verdelen. Dit programma wordt een ‘slicer’ genoemd. Voor de printer die we op school gebruiken, heet de slicer ‘Cura’.

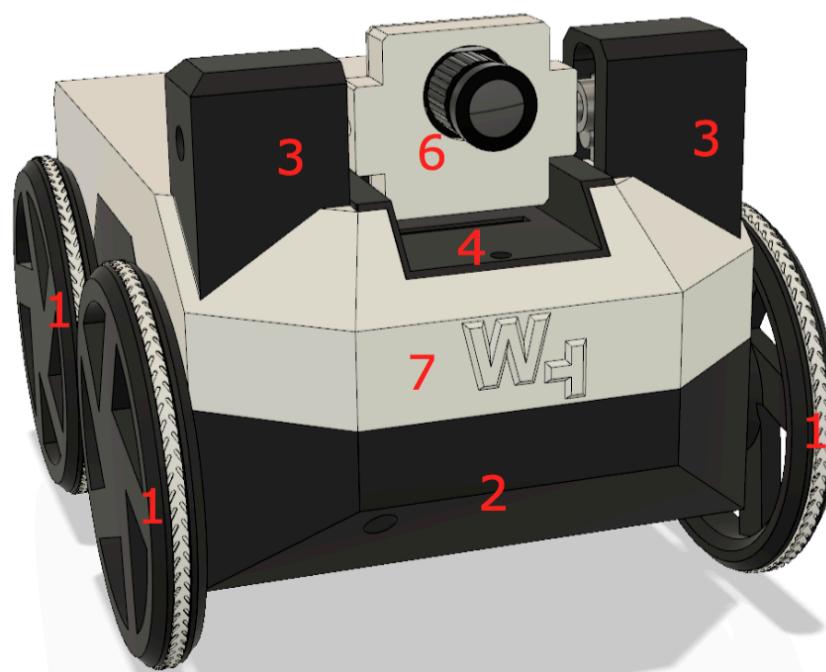
3. Cura maakt een bestand met instructies voor de 3D printer. Je kopiëert dit bestand naar een geheugenkaartje.
4. Je doet het geheugenkaartje in de 3D printer en geeft de printer opdracht om het model uit te printen.

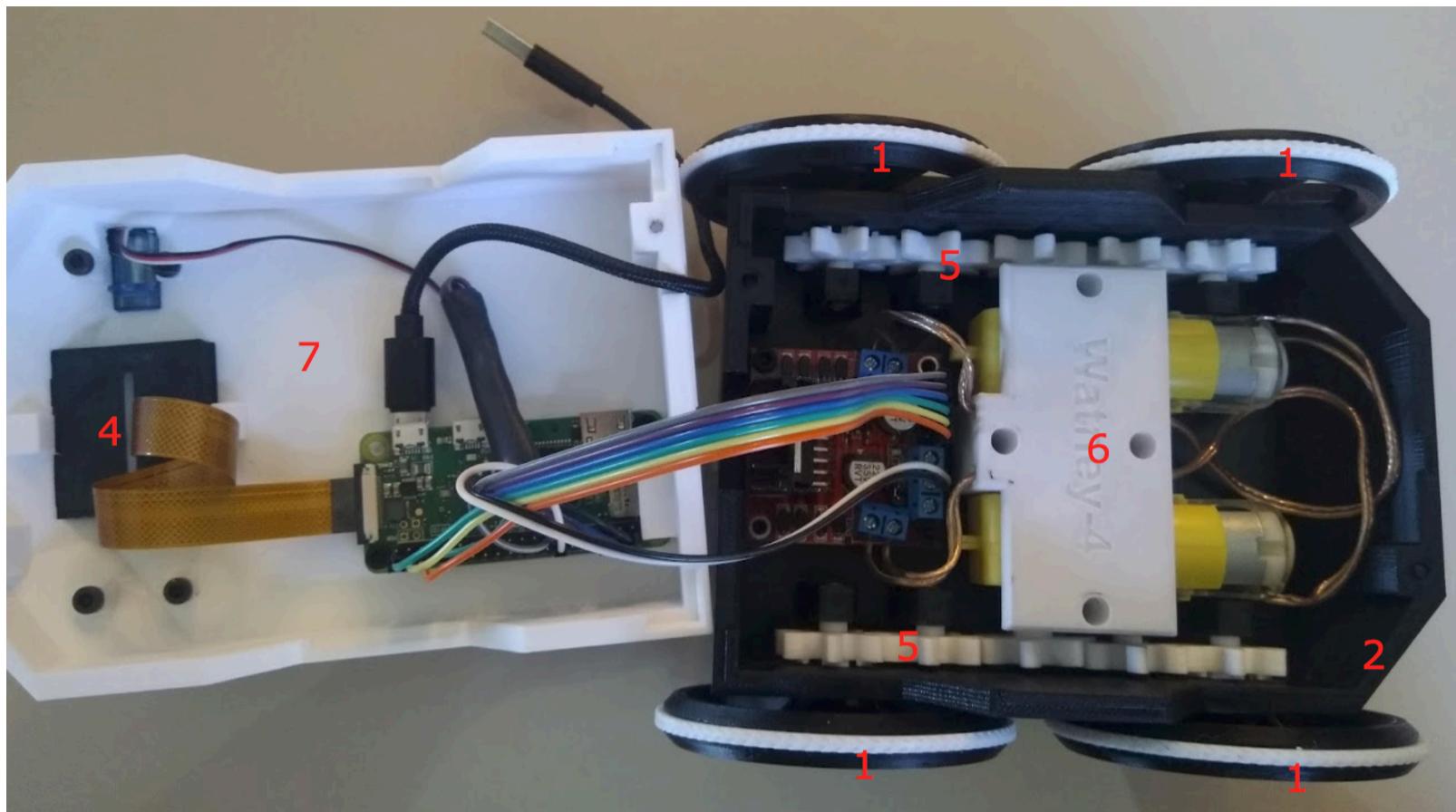
### **3.2 DE ONDERDELEN PRINTEN**

Voor de onderdelen van Huifie zijn alle voorbereidingen al gedaan. De modellen zijn al met Cura in laagjes verdeeld. Op het geheugenkaartje staan de volgende bestanden:

	<b>Bestandsnaam</b>	<b>Onderdelen</b>	<b>Aantal afdrukken</b>
<b>1</b>	01_4_wielen_z.gcode	De wielen (4 stuks, die één voor één worden geprint)	1
<b>2</b>	02_onder_z.gcode	De onderkant van Huifie	1
<b>3</b>	03_cam_pilaren_z.gcode	De twee pilaren waaraan de camera wordt “opgehangen”	1
<b>4</b>	04_cam_bucket_z.gcode	Het “bakje” waar de camera in draait. Deze wordt op de bovenkant vastgemaakt.	1
<b>5</b>	05_tandwielen_b.gcode	Tandwielen en ringetjes voor één kant (links of rechts)	2
<b>6</b>	06_cam_motorhuis_b.gcode	Het motorhuis en de behuizing voor de camera	1
<b>7</b>	07_bovenkant_b.gcode	De bovenkant	1

In de volgende plaatjes kun je zien waar de onderdelen precies zitten als Huifie klaar is. De nummers in de plaatjes verwijzen naar de nummers in de tabel.





De laatste letter in de bestandsnaam voor ‘.gcode’ (z of b) is een verwijzing naar de kleuren zwart en blauw. Het zijn de kleuren die we gebruikt hebben om de eerste Huifie te maken. Maar dat betekent niet dat jullie deze kleuren ook moeten gebruiken!

Bepaal met je team welke kleuren je wilt gebruiken. Kijk eerst welke kleuren er zijn en houd er rekening mee dat je één kleur kunt kiezen voor elk bestand. Alle vier wielen krijgen dus dezelfde kleur. Omdat de tandwielen (bestand 5) twee keer uitgeprint moeten worden, kun je hier, als jullie dat willen, twee verschillende kleuren kiezen. Bijvoorbeeld oranje voor de tandwielen aan de linkerkant en geel voor de tandwielen aan de rechterkant. Je kunt voor ‘strak’ gaan en maar een paar kleuren gebruiken, of je kunt Huifie heel kleurrijk maken en veel verschillende kleuren gebruiken. Jullie mogen kiezen!

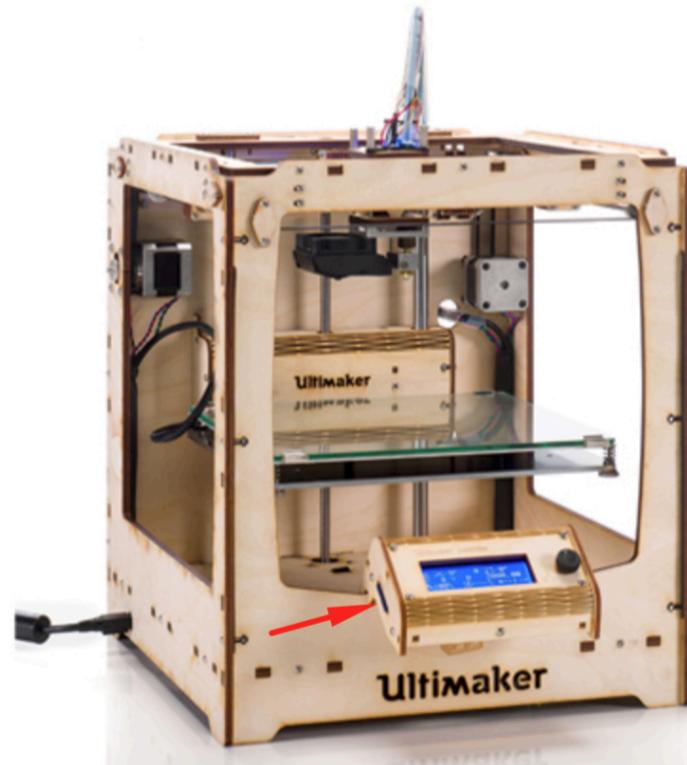
Schrijf in de tabel hier onder op, welke kleuren je wilt gebruiken.

Onderdelen	Kleur
1 De wielen	
2 De onderkant van Huifie	
3 De twee pilaren waaraan de camera wordt “opgehangen”	
4 Het “bakje” waar de camera in draait.	
5L Tandwielen en ringetjes voor de linkerkant	
5R Tandwielen en ringetjes voor de rechterkant	
6 Het motorhuis en de behuizing voor de camera	
7 De bovenkant	

Nu je weet welke kleuren je gaat gebruiken, kan het printen beginnen. Als jullie dezelfde kleur voor meer dan één bestand willen gebruiken, dan is het handig om per kleur te printen. Het kost namelijk best wel wat tijd om een andere kleur op de printer te zetten, dus hoe minder je van kleur hoeft te wisselen, hoe beter.

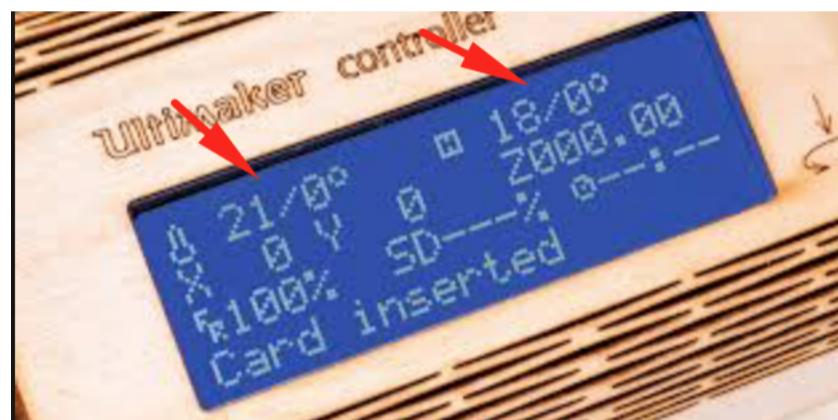
Je kunt elk bestand printen met het volgende stappenplan. Je mag dit zelf doen, maar er moet wel een volwassene bij zijn omdat sommige delen van de printer erg heet worden. We willen graag jou en de printer heel houden.

1. Stop het geheugenkaartje met de zeven bestanden in de printer. De gleuf hiervoor zit aan de linkerkant van de controller. Dit is het kastje waar het schermpje op zit en de draaiknop. Duw het geheugenkaartje in de gleuf totdat je een klik hoort. Als het goed is, zit de geheugenkaart nu vast. Als er een andere geheugenkaart in de printer zit, dan moet je die er eerst uithalen. Hiervoor duw je op het geheugenkaartje totdat je een klik hoort. Laat dan de geheugenkaart los en als het goed is gegaan, komt de kaart er nu voor een deel uit. Daarna kun je het kaartje helemaal uit de gleuf trekken.



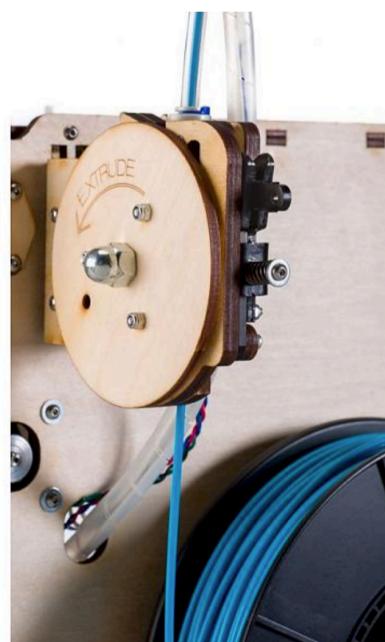
2. Zet de printer aan. Druk op de knop en draai daarna aan de knop tot het pijltje bij “Control” staat. Druk op de knop.
3. Draai aan de knop tot het pijltje bij “Temperature” staat. Druk op de knop.
4. Draai aan de knop tot het pijltje bij “Nozzle” staat. Druk op de knop. Draai vervolgens aan de knop tot je een temperatuur van 200 graden hebt ingesteld. Druk dan op de knop.  
**Waarschuwing: de printkop wordt echt 200 graden. Dat is erg heet. Blijf daarom met je vingers uit de buurt van de printkop!**

5. Draai aan de knop tot het pijltje bij “Bed” staat. Druk op de knop. Draai vervolgens aan de knop tot je een temperatuur van 60 graden hebt ingesteld. Druk weer op de knop. Dit wordt de temperatuur van de glasplaat. Veel minder heet dan de printkop, maar toch te heet voor je huid en dus geldt ook hier een **waarschuwing: raak de glasplaat niet aan na deze stap.**
6. Ga naar de optie “Control” (de bovenste keuze) en druk weer op de knop. Ga nu naar “Main” en druk weer op de knop.
7. Ga nu naar “Prepare” en dan naar “Preheat PLA”. Selecteer tot slot “Preheat PLA Bed”. Als het goed is, dan zie je op de bovenste regel nu de temperatuur van de nozzle (de

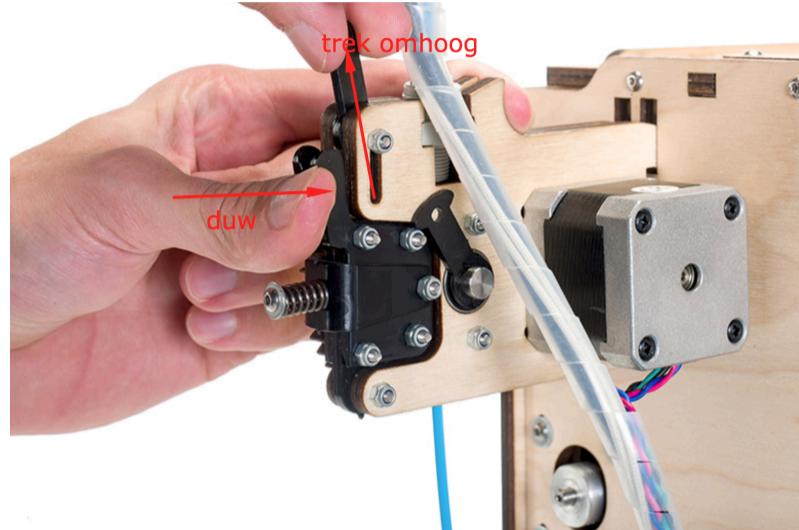


printkop) en het bed (de glasplaat) oplopen tot de ingestelde temperatuur. Wacht tot printkop en glasplaat de temperatuur hebben bereikt.

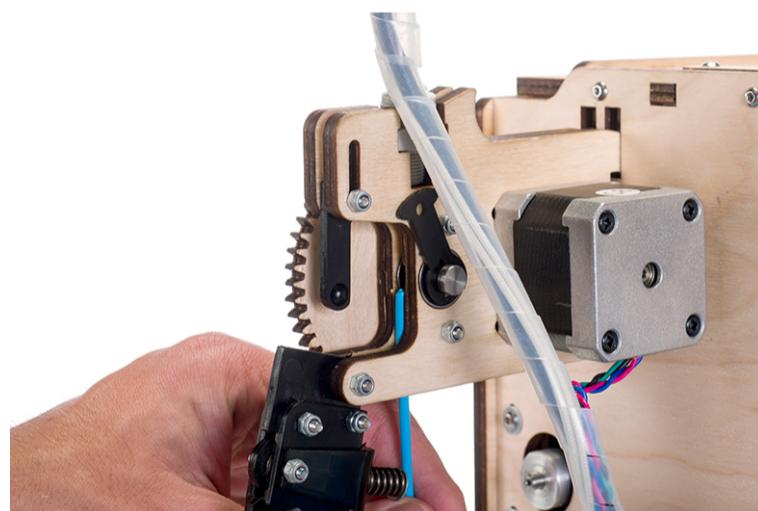
8. Als je de juiste kleur in de printer hebt zitten, sla dan de volgende stappen over en ga verder met stap 17.
9. Draai aan het wiel aan de achterkant van de printer zodat het filament wordt teruggetrokken naar de spoel. Er staat een pijl op het wiel. Je moet het wiel de andere kant op draaien dan de pijl aangeeft.



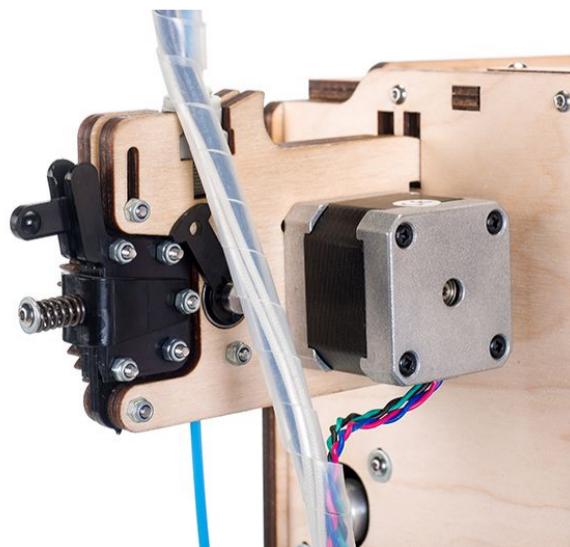
10. Zodra alle filament uit de printer is, berg je de spoel op en plaats je de spoel met de nieuwe kleur.
11. Haal de klem los. Doe dit zoals je in de afbeelding ziet. Duw met je duim op de zijkant. Dit hoeft niet heel hard, het gaat er om dat je een beetje druk geeft zodat het hendeltje omhoog getrokken kan worden. Het hele zwarte gedeelte komt nu los.



12. Duw het filament van de nieuwe kleur door het slangetje totdat deze helemaal in de printkop is verdwenen. Doe dit op de manier die hier onder is te zien.



13. Duw het zwarte gedeelte weer terug op zijn plek. Schuif het hendeltje nu naar beneden zodat het er uiteindelijk als volgt uit ziet.



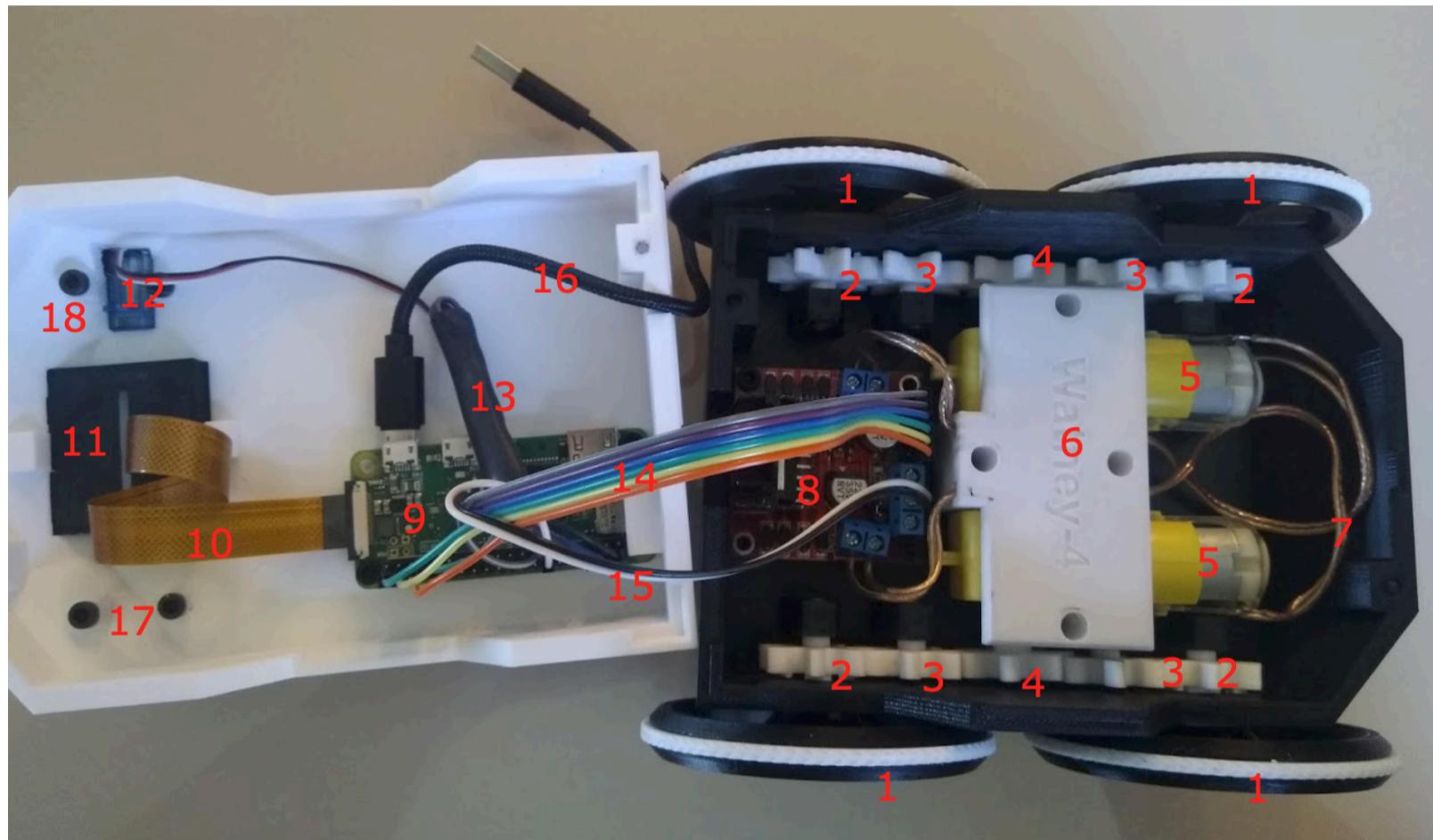
14. Leg een vel papier op de glasplaat. Draai nu aan het wiel aan de achterkant, in de richting die de pijl aangeeft. Als het goed is, komt er nu filament uit de printkop.
15. Blijf draaien totdat de oude kleur verdwenen is en er filament van de nieuwe kleur uit de printkop komt.
16. Haal het vel papier met het filament van de glasplaat.
17. De juiste kleur zit in de printer en zowel de printkop als de glasplaat zijn opgewarmd. Dan kunnen we nu echt gaan printen. Druk op de knop en draai daarna naar de optie “Print from SD” en klik op de knop.
18. Kies het bestand dat je wilt printen. Het printen begint! Het printen kan erg lang duren. De onderkant (bestand 2) duurt ongeveer 14 uur om te printen. De bovenkant (bestand 7) ongeveer 11 uur. De andere bestanden duren minder lang en kunnen binnen één schooldag worden geprint.
19. Als de printer klaar is, laat dan de printkop en de glasplaat afkoelen. Als de temperatuur van de glasplaat onder 30 graden is, kunnen de geprinte onderdelen van de glasplaat worden gehaald.

Soms zitten er randen om het geprinte model. Dat is met opzet gedaan. Het zorgt er voor dat de modellen niet verplaatsen tijdens het printen. Met name bij de bovenkant en de onderkant is er nog een reden: de zijwanden zouden krom kunnen worden zonder zo’n rand om het model. Bij de bovenkant wordt er nog een extra ondersteuning geprint om er voor te zorgen dat er geen filament in de lucht hoeft te blijven hangen. Deze ondersteuning kan na het printen zonder moeite worden verwijderd van het model.

Haal alle randen van de modellen af. Deze kunnen worden weggegooid. Als er nog scherpe randjes aan een model blijven zitten, verwijder die dan met schuurpapier. Verzamel alle onderdelen in een schoenendoos. Met name de tandwielen en de ringetjes zijn erg klein. Door alles direct in de doos te doen, voorkom je dat je onderdelen kwijt raakt.

## 4. BOUWEN - ALLE ONDERDELEN SAMENVOEGEN

Als alle onderdelen zijn geprint, kunnen we Huifie in elkaar zetten. Maar voordat we daar mee beginnen, kijken we even waar alle onderdelen uiteindelijk terecht komen.



Nr	Onderdeel	Omschrijving
1	Wielen en banden	De wielen zijn geprint. Als banden gebruiken we elastiekjes. De banden zorgen er voor, dat Huifie niet gaat stuiteren en niet slipt tijdens het rijden.
2	Tandwiel A	Tandwiel dat door een gat in de zijkant op een wiel wordt geklikt.
3	Tandwiel B	Tandwiel dat de beweging van de motor overbrengt op een wiel.
4	Tandwiel C	Tandwiel dat wordt bevestigd aan de motor.
5	Motor	Huifie heeft twee motoren: één voor de wielen aan de linkerkant en één voor de wielen aan de rechterkant. Draaien beide motoren dezelfde kant op, dan gaat Huifie naar voren of naar achteren. Staat één van beide motoren stil of draaien ze verschillende kanten op, dan draait Huifie.
6	Motorhuis	De motoren passen precies in het motorhuis. Het motorhuis wordt vastgeschroefd op de bodem.
7	Motordraden	De motordraden verbinden de motoren met de motorbesturing.
8	Motorbesturing	De motorbesturing zit tussen het brein van Huifie en de motoren en zorgt er bijvoorbeeld voor dat de motoren zowel vooruit als achteruit kunnen draaien.
9	Raspberry Pi Zero W	Dit is het brein van Huifie. De Raspberry Pi Zero W is een hele kleine computer, maar krachtig genoeg om via WiFi camerabeelden naar een andere computer te kunnen sturen en tegelijkertijd ook de motoren te kunnen besturen.
10	Camerakabel	Kabel om de camera te verbinden met het brein van Huifie.
11	"Bakje" voor de camera	Het bakje waarin de camera draait, is het enige dat aan de binnenkant is te zien. De behuizing van de camera en de camera zelf, zie je niet op deze foto.

Nr	Onderdeel	Omschrijving
12	Servo	Een servo is een hele kleine motor. We gebruiken deze om de camera naar boven en naar beneden te draaien.
13	Servo-aansluiting	De aansluiting van de servo op het brein van Huifie.
14	Motoraansluiting	Kabel om de motorbesturing aan de sluiten op het brein van Huifie. Dit is een kabel met aan beide kanten zes stekkertjes.
15	Stroomkabel motoren	Kabel die de motorbesturing (en daarmee ook de motoren) voorziet van stroom.
16	Micro-USB kabel	Met de micro-USB kabel sluiten we Huifie aan op de power bank.

Het bouwen doen we in een aantal fases:

1. Wielen en tandwielen
2. De motoren
3. Het brein - de Raspberry Pi Zero W
4. De motorbesturing
5. De servo - de camerabesturing
6. De camera
7. De power bank

## 4.1 FASE 1 - WIELEN EN TANDWIELEN

Voor deze fase hebben we het volgende nodig:

Aantal	Onderdeel	Gereedschap
4	Wiel	Inbussleutel 3mm
4	Tandwiel A	Evt. schroevendraaier inbus 3mm
4	Tandwiel B	
4	Schroef 20 mm	
4	Schroef 16 mm	
8	Metalen ringetjes (2 voor elk wiel)	
1	Onderkant Huifie	
4	Elastiekjes	

Voer de volgende stappen uit:

1. Pak een wiel en een tandwiel A. Kijk naar het plaatje hier onder om te zien welk tandwiel je nodig hebt.



2. Steek het wiel door één van de vier wielgaten in Huifie's onderkant.
3. Druk het tandwiel vast op het wiel. Als het niet direct lukt, dan kun je eerst ook even oefenen door het wiel en het tandwiel op elkaar te drukken zonder dat door het gat heen te doen. Dan kun je zien hoe het wiel en het tandwiel op elkaar passen.
4. Plaats twee ringetjes tussen de schroefzuil (nr. 1 in de tekening hier onder) en het tandwiel (nr. 2 in de tekening hieronder).



5. Steek een 20mm schroef door de schroefzuil en door de ringetjes, zodat deze in het gat in het midden van het tandwiel uit komt.
6. Houd de schroef vast met de inbussleutel. Duw een beetje op de inbussleutel en draai dan het wiel rechtsom. Op deze manier komt de schroef steeds verder in het tandwiel en uiteindelijk ook in het wiel.
7. Draai de schroef niet te ver in het wiel. Het wiel moet soepel blijven draaien.
8. Herhaal stap 1 tot en met 7 voor de drie andere wielen.
9. Plaats een tandwiel B naast alle tandwielen A. Tandwiel B heeft één dikker kant; deze moet naar de schroefzuil wijzen.
10. Draai de tandwielen B vast met een 16mm schroef. Draai ze niet te vast; zorg er ook hier voor, dat de tandwielen soepel blijven draaien.
11. Doe elastiekjes om de wielen.

## 4.2 FASE 2 - DE MOTOREN

Voor deze fase hebben we het volgende nodig:

Aantal	Onderdeel	Gereedschap
2	Tandwiel C	Schroevendraaier inbus 3mm
2	Motor (transmissiemotor geel)	Evt. inbussleutel 3mm
1	Motorhuis (3D geprint)	Boormachine met metaalboor 5mm
4	Schroef 6 mm	
4	Motordraden (zwart; ongeveer 150mm)	

Voer de volgende stappen uit:

1. **Deze stap moet door een volwassene worden uitgevoerd!** Controleer of de dikke kant van de schroefjes door de schroefgaten in het motorhuis passen. Ze moeten er eigenlijk zo doorheen vallen tot het dunnere gedeelte van het gat. Als dat niet zo is, gebruik dan de boormachine om de schroefgaten uit te boren totdat de schroefjes er wel doorheen kunnen.
2. Kijk hoe de motoren in het motorhuis passen. Het past maar op één manier. De motoren hebben twee witte assen. Hiervan gebruiken we er één om tandwiel C op te plaatsen, zodat deze tussen de andere tandwielen terecht komt. Bedenk goed welke as het moet zijn.
3. Leg tandwiel C op een tafel, met de opening waar de as in komt naar boven.
4. Druk de juiste as van de motor in tandwiel C, terwijl deze gewoon op de tafel blijft liggen. Je moet de motor een beetje heen en weer bewegen om genoeg ruimte te maken in het tandwiel. Dit kost best wel wat moeite, maar uiteindelijk past de as in het tandwiel.
5. Controleer of je het goed hebt gedaan, door de motor in het motorhuis te plaatsen. Als het past, dan heb je het tandwiel op de juiste as geplaatst. Als het tandwiel op de verkeerde as zit, trek deze er dan voorzichtig weer af en plaats het tandwiel op de andere as.
6. Herhaal stap 2 tot en met 5 voor de tweede motor.
7. De isolatie (de zwarte buitenkant van de motordraad) is aan de uiteinden van de draden weggehaald. Aan één kant is er meer isolatie weggehaald dan aan de andere. Aan de

metalen kant van de motoren zitten twee kleine oogjes. Steek door elk oogje een motordraad, met de kant waarbij de meeste isolatie is weggehaald. Doe dit tot halverwege het punt tot waar de isolatie is weggehaald.

8. Vouw nu de draad om het oogje. Houd de draad vast tussen duim en wijsvinger en draai nu de draad vast om het oogje. Het gaat er om, dat de draad vast komt te zitten aan het oogje.
9. Herhaal dit voor de tweede draad van de motor en daarna ook voor de andere motor.
10. Leg de motoren in het motorhuis en steek de motordraden door de gaten in het motorhuis.
11. Plaats het geheel nu in de onderkant van Huifie. De metalen delen van de motor moeten naar de voorkant wijzen. Als het goed is, dan vallen de tandwielen van de motoren nu precies tussen de andere tandwielen.
12. Schroef het motorhuis vast op de bodem van Huifie door middel van 6 mm schroeven.

### **4.3 FASE 3 - HET BREIN**

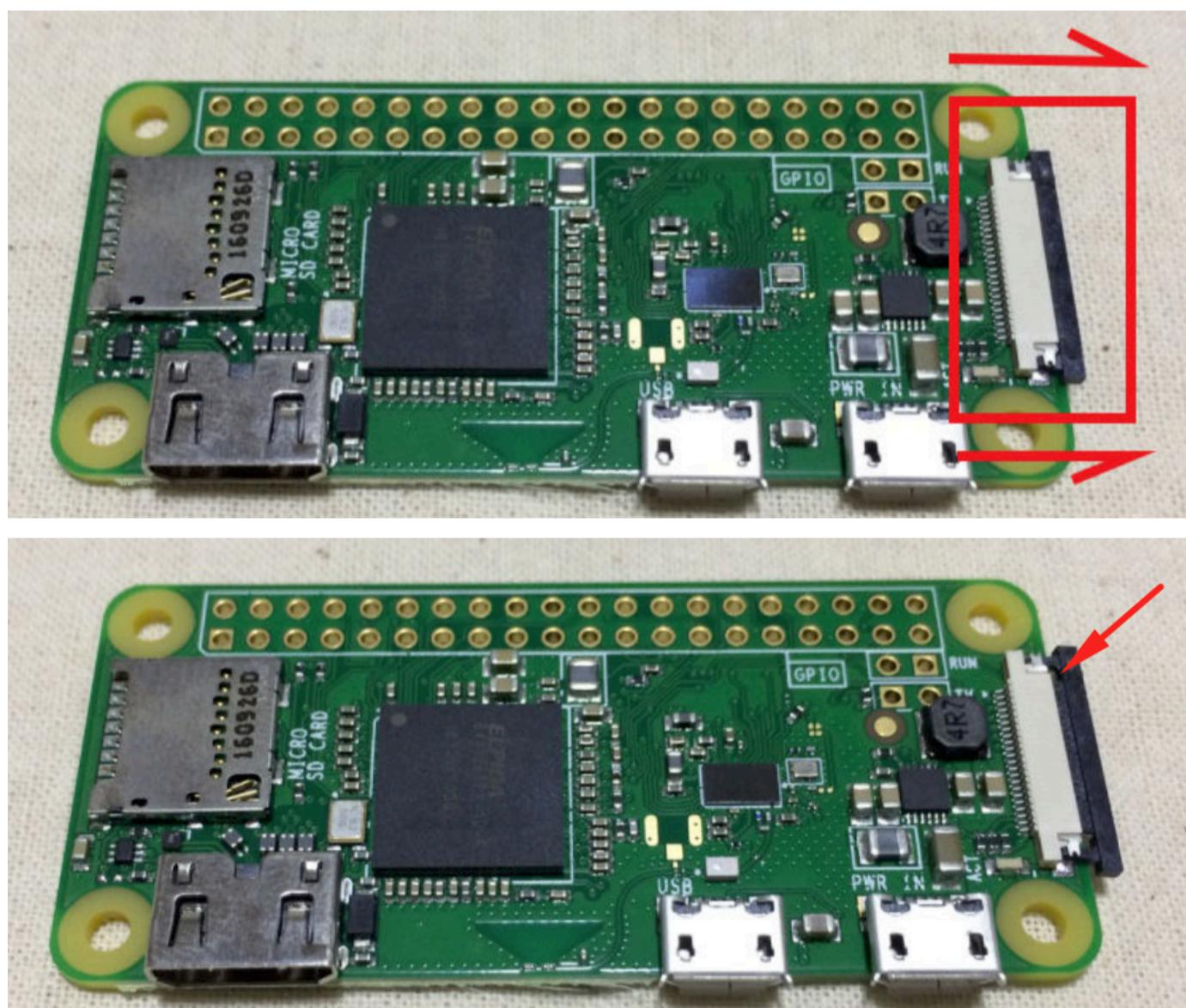
Voor deze fase hebben we het volgende nodig:

Aantal	Onderdeel	Gereedschap
1	Raspberry Pi Zero W	Schroevendraaier inbus 3mm
1	Camerakabel	Evt. inbussleutel 3mm
1	Micro-USB kabel	Kleine vijl
3	Schroef 6 mm	
1	Micro-SD kaart, voorbereid door het software team	
1	Bovenkant Huifie	

Voer de volgende stappen uit:

1. Op de hoeken van de Raspberry Pi Zero W zitten schroefgaten. Deze zijn iets te klein voor de schroeven. Gebruik de kleine vijl om de gaatjes iets groter te maken. Het vijlen gaat heel gemakkelijk. Let op dat je de gaten niet te groot maakt. Vijl heel even en controleer dan of de schroef al door het gat past.
2. Plaats het micro-SD kaartje in de Raspberry Pi Zero. Dit past maar op één manier. Duw niet hard op het kaartje, want dan loop je de kans dat je de Raspberry Pi stuk maakt.

3. Sluit de micro-USB kabel aan op één van de twee micro-USB poorten van de Raspberry Pi. Het maakt niet uit welke je gebruikt.
4. De uiteinden van de camerakabel zijn verschillend. Kijk goed welk uiteinde in de camera aansluiting van de Raspberry Pi past.
5. Lees deze stap helemaal door voordat je begint en kijk ook goed naar het plaatje. De camerakabel wordt met een clipje vastgezet op de Raspberry Pi. Maak dit clipje **heel voorzichtig** open, zodat de kabel er in kan. Het clipje gaat wel open, maar let op: hij moet wel vast blijven zitten aan de Raspberry Pi. Op het tweede plaatje is de clip open. Je ziet dat de clip niet heel veel hoeft te bewegen. Gebruik je te veel kracht, dan breekt het clipje er af en wordt het moeilijk om de camerakabel vast te maken!



6. Schuif de camerakabel in de aansluiting van de Raspberry Pi, met de zwarte kant naar boven.
7. Schuif nu het clipje weer dicht.
8. Schroef de Raspberry Pi Zero W vast op de bovenkant van Huifie.

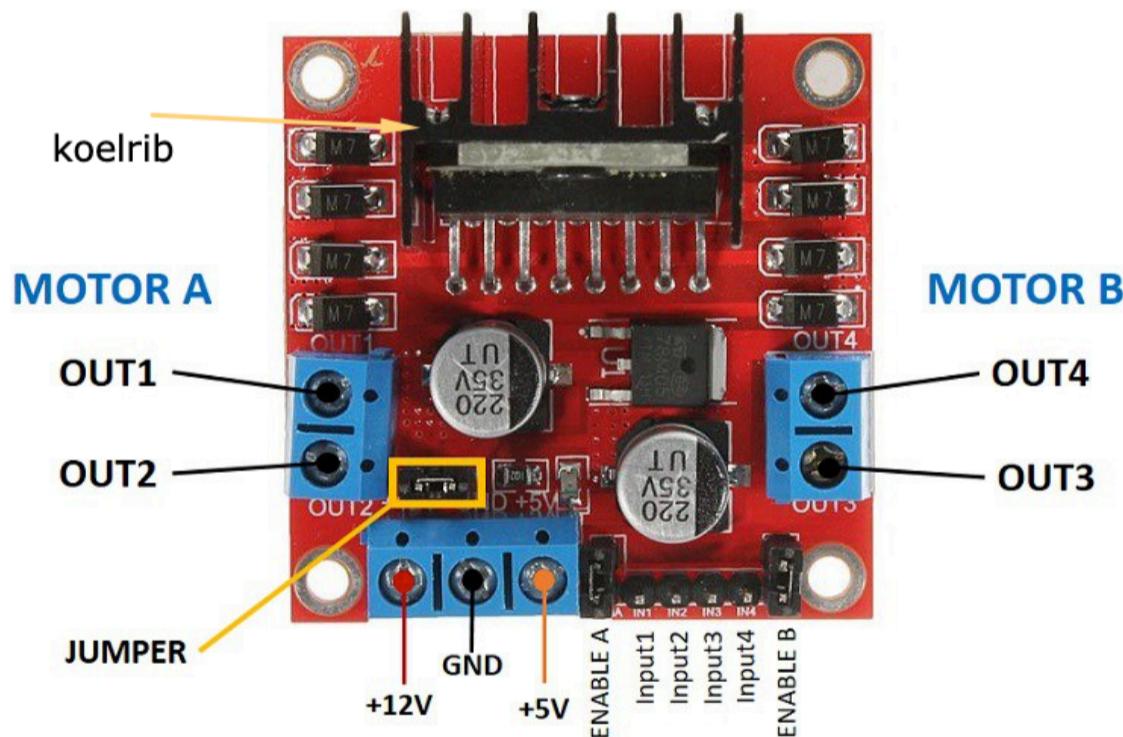
## 4.4 FASE 4 - DE MOTORBESTURING

Voor deze fase hebben we het volgende nodig:

Aantal	Onderdeel	Gereedschap
1	Raspberry Pi Zero W (op bovenkant van Huifie)	Schroevendraaier inbus 3mm
1	Motorbesturing (L298N module)	Evt. inbussleutel 3mm
1	Onderkant Huifie	Kruiskop schroevendraaier
4	Schroef 6 mm	
1	Kabel motorbesturing (met zes stekkertjes)	
1	Stroomkabel motoren	

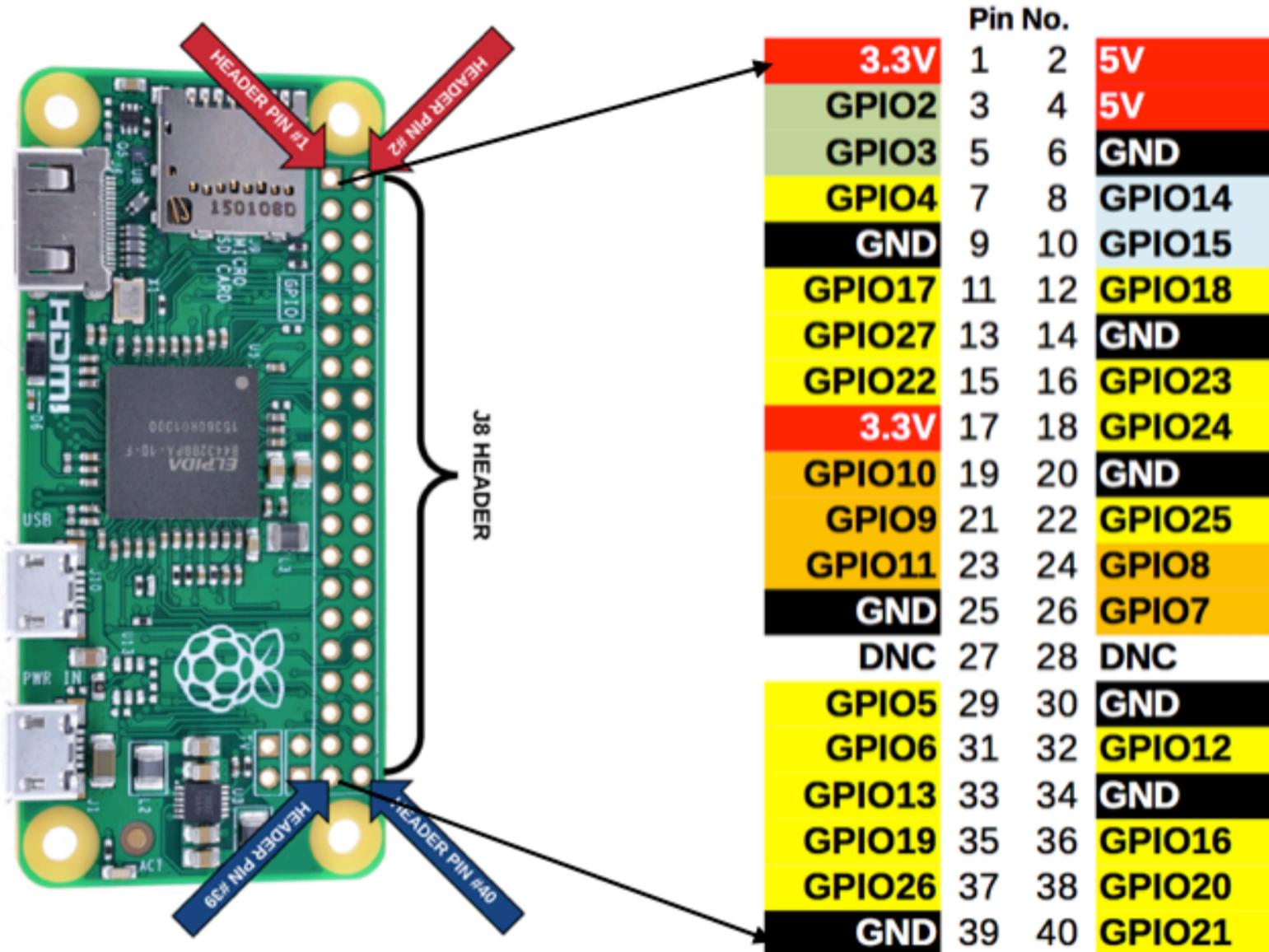
Voer de volgende stappen uit:

1. Pak de motorbesturing (L298N) module. Deze ziet er uit zoals in de volgende afbeelding:



2. Schroef de motordraden vast aan de motorbesturing. Let er op, dat de koelrib aan de achterkant van Huifie terecht moet komen, daar waar er een gat in de onderkant van Huifie is gemaakt. De rechter motor is MOTOR A (pin OUT1 en OUT2) en de linker motor is MOTOR B (pin OUT3 en OUT4).
3. Op de pinnetjes ENA (Enable A) en ENB (Enable B) zitten zogenaamde *jumpers*. Haal deze er allebei af.
4. Pak de kabel voor de motoraansluiting, met zes stekkertjes aan beide kanten.

5. Op de Raspberry Pi Zero zitten 40 pinnetjes. Ze hebben een nummer, zoals hieronder aangegeven.



6. Sluit de kabel met de zes stekkertjes aan op de motorbesturing en de Raspberry Pi Zero, volgens dit schema:

Motorbesturing	Raspberry Pi Zero
ENA (Enable motor A)	36 (GPIO16)
IN1 (Input 1)	38 (GPIO20)
IN2 (Input 2)	40 (GPIO21)
IN3 (Input 3)	11 (GPIO17)
IN4 (Input 4)	13 (GPIO27)
ENB (Enable motor B)	15 (GPIO22)

- De stroomkabel voor de motoren heeft aan één kant twee stekkertjes en aan de andere kant geen stekkertjes. Schroef de kant zonder stekkertjes vast aan de motorbesturing en maak de kant met de stekkertjes vast aan de Raspberry Pi Zero, volgens dit schema:

Motorbesturing	Raspberry Pi Zero
+12V (let op: NIET +5V!)	2 (5V)
GND	14 (GND)

- Schroef de motorbesturing module vast op de onderkant van Huifie, met 6mm schroeven.

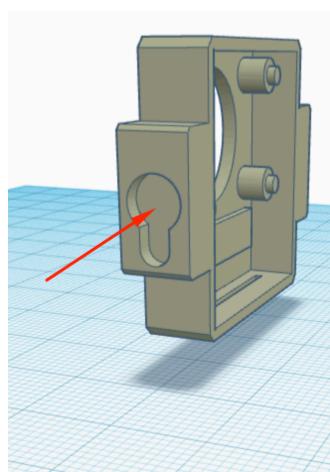
## 4.5 FASE 5 - DE SERVO

Voor deze fase hebben we het volgende nodig:

Aantal	Onderdeel	Gereedschap
1	Servo-set (servo, schroefjes, servo-armen)	Schroevendraaier inbus 3mm
1	Krimpkoosje	Evt. inbussleutel 3mm
1	Kabel met drie stekkertjes aan beide kanten	Schroevendraaier kruiskop (klein; voor schroefjes servo-set)
2	Schroef 6 mm	Föhn
1	Bakje waar de camera in draait	
1	Pilaar waar de servo in past	
1	Camerabehuizing (de voorkant; met gat)	

Voer de volgende stappen uit:

- Schroef het bakje waar de camera in draait vast op de bovenkant van Huifie. Gebruik hiervoor twee 6mm schroeven.
- Plaats de kleinste servo-arm uit de set in de zijkant van de camerabehuizing. Schroef de servo-arm vast op de plek van de rode pijl met de kleinste schroef van de servo-set.



3. Plaats de servo in de pilaar, met de kant waar het kabeltje uit komt als eerste.
4. Schroef de servo vast aan de pilaar, met de langste schroef van de servo-set.
5. Pak de kabel met aan beide kanten drie stekkertjes. Sluit de kant met de uitstekende pinnetjes aan op de servo, door de pinnetjes in de gaatjes te duwen. Noteer in de tabel welke stekkertjes (welke kleur) in welke gaatjes terecht zijn gekomen.

Servo	Kabeltje (kleur)	Raspberry Pi Zero pin
zwart		6 (GND)
rood		4 (5V)
wit		32 (GPIO12)

6. Schuif het krimpkoosje over de kabel, totdat het stekkertje van de servo ongeveer in het midden van het krimpkoosje zit.
7. Zet de föhn op de heetste stand. Houd de föhn dicht bij het krimpkoosje en beweeg de föhn langzaam heen en weer langs het hele koosje. Het koosje begint te krimpen en drukt de stekkers en de kabeltjes stevig vast. Zet de föhn uit zodra het koosje niet verder krimpt. **Houd je vingers niet onder de hete föhn!**
8. Steek het kabeltje van de buitenkant door het gat in de bovenkant van Huifie.
9. Sluit de drie pinnetjes van het kabeltje aan op de Raspberry Pi Zero volgens de bovenstaande tabel (bij stap 5).

## 4.6 FASE 6 - DE CAMERA

Voor deze fase hebben we het volgende nodig:

Aantal	Onderdeel	Gereedschap
1	Power bank (opgeladen)	Schroevendraaier inbus 3mm
1	USB kabeltje van de power bank	Evt. inbussleutel 3mm
3	Schroef 12 mm	
2	Schroef 16 mm	

Aantal	Onderdeel	Gereedschap
1	Camera	
1	Pilaar zonder servo	
1	Pilaar met de servo	
1	Camerabehuizing (de voorkant; met gat)	
1	Camerabehuizing (de achterkant)	
1	Micro SD kaart met de Huifie software	

Voer de volgende stappen uit:

1. Overleg met het software team. Zij moeten het hoofdstuk “de software op het micro SD kaartje plaatsen” uitvoeren en het micro SD kaartje in de Raspberry Pi Zero plaatsen.
2. Zorg dat de power bank is opgeladen.
3. Haal voorzichtig de platte camera kabel door het gat in het bakje waar de camera in draait. Zorg dat er geen draai in de kabel komt.
4. Haal voorzichtig de platte camera kabel door het gat in de onderkant van de camerabehuizing. Zorg dat er geen draai in de kabel komt.
5. Sluit de camera aan op de kabel.
6. Haal even het lensdopje van de camera en steek de lens van de camera door het gat aan de voorkant van de behuizing. Doe daarna het lensdopje weer op de lens; dit zorgt er voor dat de lens niet beschadigd raakt.
7. Klik de achterkant van de camerabehuizing vast op de voorkant.
8. Schroef de servo pilaar vast op de bovenkant van Huifie, met een 12mm schroef en een 16mm schroef.
9. Doe hetzelfde voor de andere pilaar.
10. Sluit de USB kabel aan op de Raspberry Pi Zero, met het kleinste stekkertje van de kabel.
11. Als de micro SD kaart is voorbereid en in de Raspberry Pi Zero is geplaatst, sluit dan de opgeladen power bank aan op de Raspberry Pi.
12. Als het goed is gegaan, zie je het lampje op de Raspberry Pi Zero nu knipperen. Na een tijdje moet je horen, dat de servo heel even draait. De servo staat nu in de “neutrale stand”.

13. Haal de kabel weer uit de power bank.
14. Nu kan de camerabehuizing op de servo worden gedrukt. De servo staat in de neutrale stand en dat betekent dat de camera recht vooruit moet wijzen (dus niet naar boven of naar beneden).
15. Steek een 12mm schroef door het gat in de pilaar en schroef deze vast op de camerabehuizing.

## **4.7 FASE 7 - DE POWER BANK**

Voor deze fase hebben we het volgende nodig:

Aantal	Onderdeel	Gereedschap
<b>2</b>	Schroef 12 mm	Schroevendraaier inbus 3mm
<b>1</b>	Power bank (opgeladen)	Evt. inbussleutel 3mm
<b>1</b>	Dubbelzijdige tape	
	Kleine elastiekjes	

Voer de volgende stappen uit:

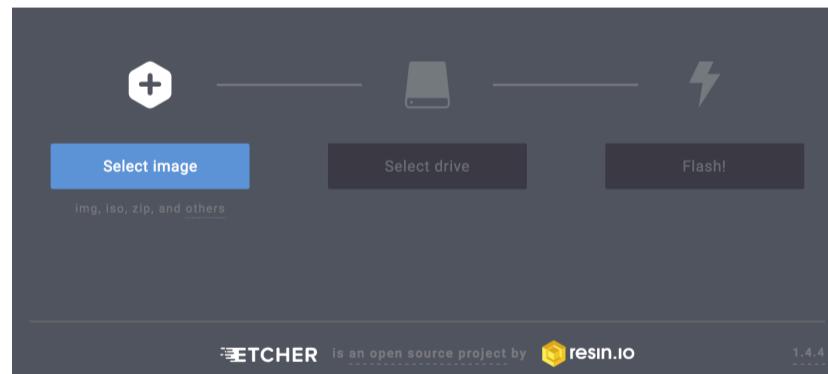
1. Controleer of de kabels de tandwielen zouden kunnen raken tijdens het rijden. Om te voorkomen dat dit gebeurt, binden we de langere kabels bij elkaar met elastiekjes.
2. Steek het USB kabeltje door het gaatje aan de achterkant van Huifie. Plaats dan de bovenkant van Huifie op de onderkant, maar schroef de beide delen nog niet aan elkaar vast.
3. Knip de dubbelzijdige tape op maat. De tape moet iets kleiner zijn dan de power bank en zeker niet groter dan er op de bovenkant van Huifie past.
4. Bepaal hoe je de power bank op de bovenkant wilt hebben. Als je de USB aansluiting van de power bank aan de zijkant wilt, controleer dan of het USB kabeltje lang genoeg is.
5. Maak de tape aan één kant los en plak deze op de bovenkant van Huifie.
6. Maak ook de andere kant los en plak de power bank op de dubbelzijdige tape.
7. Schroef de bovenkant en de onderkant van Huifie aan elkaar vast met 12mm schroeven. Hiervoor moet je Huifie op de kop houden. Pas op voor de camera!
8. De bouw is klaar! Geef Huifie aan het software team om 'm tot leven te brengen!

# 5. SOFTWARE - HUIFIE'S BREIN

## 5.1 DE SOFTWARE OP HET MICRO SD KAARTJE PLAATSEN

Het brein van Huifie is een Raspberry Pi Zero W. Dat is een hele kleine computer, waarop we zelf programma's kunnen draaien. We moeten de software downloaden en op het micro SD kaartje plaatsen. Dit gaat door middel van de volgende stappen:

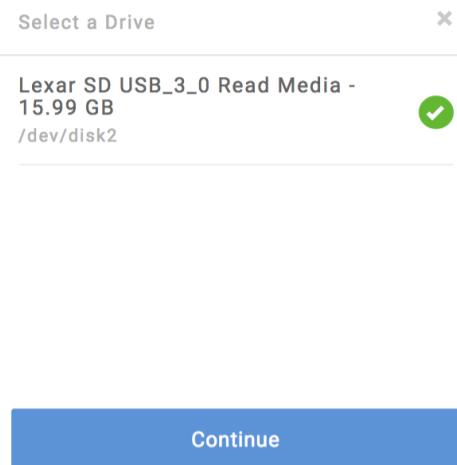
1. Download de software via de volgende link: <https://github.com/nikivanov/watney/releases/download/v1.0/watney4-1.0.zip>. Dit is een groot bestand; het downloaden kan daarom best lang duren.
2. Pak het ZIP bestand uit (dubbelklik op het bestand). Als het goed is, heb je nu het bestand watney4-1.0.img.
3. Gebruik een programma om dit IMG bestand op het SD kaartje te plaatsen. Voor zowel Windows, Apple Mac OS als Linux is Etcher een goede keuze. Deze instructies gaan er van uit, dat we Etcher gebruiken. Etcher is te downloaden via <https://etcher.io>.
4. Plaats de micro SD kaart (eventueel via een adapter) in een card reader en sluit deze aan op de computer.
5. Start Etcher. Je ziet nu het volgende scherm:



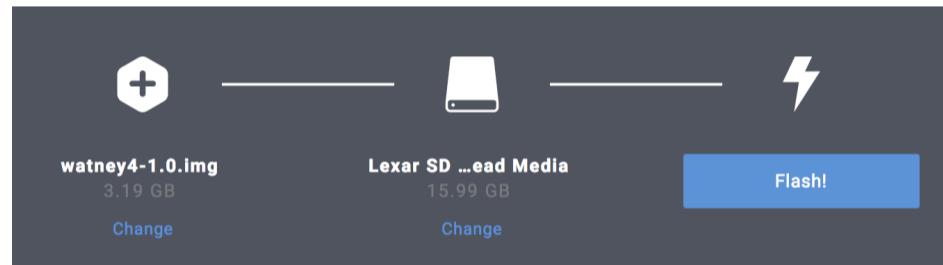
6. Klik op 'Select image' en blader naar de plaats waar het bestand watney4-1.0.img staat. Selecteer dit bestand. Als het goed is gegaan, zie je nu het volgende:



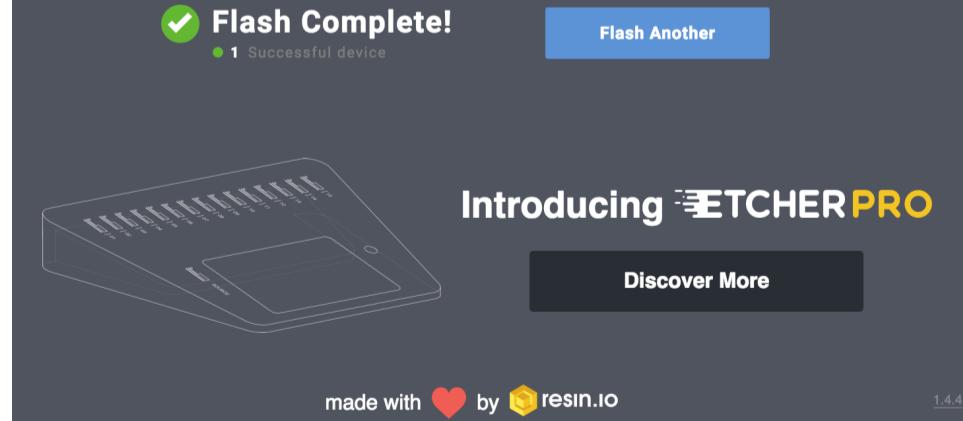
7. Klik op ‘Select drive’. Als het goed is, dan wordt automatisch het geheugenkaartje in de card reader geselecteerd. Als dat niet zo is, kies dan de juiste drive / card reader. Op het scherm zie je dan het volgende:



8. Klik op ‘Continue’. Je ziet nu het volgende scherm:



9. Klik op ‘Flash’. Soms moet je nu het wachtwoord van de gebruiker die is ingelogd op de computer invoeren. Voer het wachtwoord in als er om wordt gevraagd. De software voor Huifie wordt nu naar het micro SD kaartje geschreven. Daarna wordt gecontroleerd of het is gelukt.
10. Als alles goed is gegaan, verschijnt de volgende melding:



11. Sluit Etcher af en verwijder het geheugenkaartje (en de card reader).

## **5.2 RIJDEN MET HUIFIE**

Als het bouwteam klaar is, dan is het aan het software team om Huifie op te starten en klaar te maken om er mee te rijden. Voer de volgende stappen uit om Huifie tot leven te brengen:

1. Zorg er voor, dat je een computer hebt met de Chrome web browser er op.
2. Haal de lensdop van de camera.
3. Zet Huifie aan door de USB stekker in de power bank te stoppen.
4. Na enige tijd gaat de camera naar de neutrale stand (recht vooruit). Dit is het teken dat Huifie wakker is geworden en zijn brein er klaar voor is.
5. Kijk nu op de computer naar de WiFi netwerken. Hoe dit precies moet, hangt af van het soort computer en het besturingssysteem op deze computer. Kom je er niet uit, vraag dan iemand die verstand heeft van de computer en hoe je WiFi netwerken instelt.
6. Als het goed is, dan zie je een netwerk met de naam “Watney4”. Maak verbinding met dit netwerk. Je hebt er geen wachtwoord voor nodig.
7. Open de Chrome web browser op de computer. Ga naar de adresbalk en tik in: <http://192.168.4.1:5000>. Als het goed is, dan zie je nu het beeld van de camera van Huifie.
8. Onderin zie je de tekst “Click here”. Klik daar op met de muis.
9. Je kunt nu de camera op en neer bewegen met A (omhoog) en Z (omlaag). Controleer of dit goed werkt.
10. Voor de volgende stappen is het handig, om Huifie op een verhoging te zetten zodat de wielen wel kunnen draaien maar ze los staan van de vloer. Je kunt dan alles testen terwijl Huifie gewoon blijft staan.
11. Druk op pijltje omhoog en houd deze ingedrukt. Hierdoor zou Huifie rechtdoor moeten gaan rijden. Als één of twee motoren niet draaien, dan is er iets fout gegaan bij het aansluiten van de motorbesturing of de motoren zelf. Controleer dit, samen met het bouwteam.
12. Als beide motoren wel draaien, maar ze draaien in tegengestelde richting, controleer dan welke motor de verkeerde kant op draait. Je kunt dit oplossen door de motordraden van deze motor om te draaien op de aansluiting van de motorbesturing. Het kan ook door de instellingen in Huifie’s brein aan te passen. Hiervoor is wel enige kennis van Linux

nodig. Dit is het besturingssysteem dat draait op de Raspberry Pi Zero. De stappen zijn dan als volgt:

1. Werk je op Windows, dan is putty een handige ssh client om te gebruiken. Deze kun je downloaden via: <https://www.chiark.greenend.org.uk/~sgtatham/putty/latest.html>. Op Linux en Mac OS computer kun je een terminal prompt openen en daar gebruik maken van het commando: ssh -l pi 192.168.4.1.
  2. Log in met een ssh client op 192.168.4.1. De gebruikersnaam is pi; het wachtwoord is watney4.
  3. Geef het commando ‘nano rover.conf’ om de configuratie van Huifie aan te kunnen passen.
  4. Zoek naar [LEFTMOTOR] of [RIGHTMOTOR], afhankelijk van welke motor je wilt aanpassen.
  5. Draai de getallen bij ForwardPin en ReversePin om.
  6. Sla de wijzigingen op en herstart Huifie door het commando ‘sudo reboot’ te gebruiken.
13. Huifie is klaar! Ga er een stukje mee rijden. De pijltjestoetsen verplaatsen Huifie. Als het wagentje tijdens het draaien (pijltje naar links of pijltje naar rechts) vast komt te staan, rijd dan een stukje achteruit en ga dan weer vooruit. Probeer dan de bocht nog een keer.

# **6. COMMUNICATIE**

## **6.1 PLAN**

Het team communicatie is als enige team bij alle fases van het project betrokken. Jullie hebben een belangrijke taak: er voor zorgen, dat iedereen op de hoogte blijft. Wat gaan jullie allemaal doen?

- Foto's en film maken.
- De foto's en het filmmateriaal samenvoegen tot een flitsende video over het project.
- Een Powerpoint presentatie maken van het project.
- In de andere klassen vertellen over het project.

In de rest van dit hoofdstuk vind je ideeën die kunnen helpen bij het maken van de video en de Powerpoint presentatie.

## **6.2 TIME LAPSE VAN 3D PRINTEN**

Het 3D-printen van een onderdeel duurt best lang. Als je daar een filmpje van maakt, dan lijkt er niet veel te gebeuren. Je zou natuurlijk een film kunnen maken en deze dan versneld afspelen, maar je kunt ook de camera app van de iPad gebruiken om een timelapse te maken: een video waarbij er elke 20 seconden een foto wordt gemaakt. Met de standaard app kun je verder niets instellen, maar eigenlijk zou je de tijd tussen de foto's nog wat langer willen maken. Je kunt dan de app oSnap gebruiken.

Hoe werkt het?

1. Zoek op YouTube naar timelapse filmpjes van 3D printers in actie. Kijk waar de camera is geplaatst: ter hoogte van de glasplaat van de printer of hoger? Vaak zijn de filmpjes van grotere modellen dan die wij printen voor Huifie. Zou de plek van de camera ook goed werken voor wat kleinere modellen, zoals bijvoorbeeld het motorhuis?
2. Bedenk welke print je zou willen filmen en bedenk waar de camera (iPad) dan geplaatst moet worden. Hoe zorg je er voor, dat de camera stabiel blijft staan tijdens het printen?
3. Bedenk welke tijd je tussen de foto's wilt hebben. Probeer met wat kortere filmpjes en kijk welke snelheid het beste werkt.

4. Denk na over het licht. Het filmen gaat lang duren. Zorg dat er een lamp boven de printer is en dat deze aan blijft tijdens het filmen, zodat het op elke foto even licht is.
5. Het maken van films kost veel ruimte op de iPad. Controleer voordat je begint hoeveel ruimte er nog vrij is.

## **6.3 STOP MOTION**

Naast timelapse, kun je met oSnap ook stop motion filmpjes maken. Dit werkt eigenlijk bijna net zo als timelapse, maar in het geval van stop motion plaats je dingen in beeld en verplaats je ze steeds een heel klein beetje zodat er uiteindelijk een bewegend beeld ontstaat. Als het 3D-printen klaar is, zou je bijvoorbeeld een stop motion filmpje kunnen maken waarbij je de onderdelen één voor één in beeld legt. Als dat klaar is, zou je de wielen en de tandwielen kunnen laten draaien. Hoe doe je dat?

1. Zorg voor een lege tafel met voldoende licht.
2. Plaats de iPad (of een fototoestel) op een vaste plek, waarbij je de tafel van boven ziet.
3. Plaats het eerste onderdeel op tafel. Maak een foto.
4. Plaats het volgende onderdeel op tafel. Zorg er voor, dat je de onderdelen die er al liggen, niet verschuift. Maak weer een foto.
5. Herhaal dit, totdat alle onderdelen in beeld liggen.
6. Beweeg vervolgens alle wielen een beetje en maak weer een foto. Herhaal dat een paar keer, totdat de wielen helemaal rond zijn gegaan.

## **6.4 VIDEOBEWERKING**

## **6.5 PRESENTATIE**

## **7. PROGRAMMEREN**