

## Junior IOT Fidget Spiral Cone ontwerpen in TinkerCad

### TinkerCad gebruiken om een ontwerp te verdelen in twee in elkaar draaiende onderdelen

*Let op. Deze teksten, uitleg, foto's etcetera en alles wat er bij komt, zijn copyright Junior IOT. Dat mag je niet verder delen, gebruiken, doorsturen. De uiteindelijke versie komt op de website waarbij duidelijke afspraken komen te staan over het delen.*

We zagen op TikTok/LinkedIn/Facebook/X/Whatsapp/op het strand leuke filmpjes van twee gedraaide vormen die soepel in elkaar passen. Ook op zijn kop pasten ze in elkaar. Laten we deze objecten het binnenobject en het buitenobject noemen.

Het ontwerp kon je ook als 3D bestand vinden en printen. Het past dan in elkaar en het werkt echt! Maar... bij Junior IOT willen we dit ook echt zelf maken. De vraag is dan: kan je zoiets ook zelf ontwerpen?

We ontdekken dat we prima een eigen ontwerp kunnen maken. We zetten er daarom ook meteen een Junior IOT logo op. De uitleg hoe je zelf een ontwerp maakt lees je verderop.



-----

Let op, dit document is een basis voor een verder onderzoek. Het is nog geen Junior IOT les.

We willen eerst de flow onderzoeken: Hoe werkt de flow als je het precies volgt? Krijg je het technisch voor elkaar of zitten er ernstige fouten in? Werkt de flow ook bij eigenwijze mensen? Werkt het bij luie mensen? Werkt het bij slordige mensen? Kortom, Junior IOT is de perfecte testomgeving.

Als meerdere mensen hun ervaring delen, dan kunnen we kiezen of elke leerling dit moet kunnen, of dat het een speciale samenwerkuitdaging wordt. Dat bepaalt welk detailniveau er nodig is in de uiteindelijke beschrijving. Deel je ervaring.

-----

## **Analyse en observatie vooraf – wat zien we aan onderdelen**

Aan de onderkant van het object in het filmpje zie ik dat er een soort regelmatige basisvorm is gebruikt. Deze is gemaakt met zes bolletjes op steeltjes die in het midden bij elkaar komen, en in het midden zit een cirkel. Als je deze basisvorm verlengt krijg je een stevig binnenobject. Het buitenobject zit hier blijkbaar met een beetje ruimte omheen.

Vervolgens zijn het binnen- en buitenobject zo bewerkt dat beide onderdeel zijn van een conusvorm. In het filmpje blijken ze in elkaar te passen. We zien in het filmpje dat de objecten bij het in elkaar passen ongeveer een hele draai maken.

## **Hoe zou je dit kunnen maken**

Eerst heb ik een paar keer geprobeerd om de objecten te maken. Ik denk dan aan de volgende stappen:

- Verzin een basisvorm
- Zorg voor een binnenvorm en een buitenvorm waar wat ruimte tussen zit

## **Tips – waar moet je aan denken**

Na een beetje spelen met verschillende vormen kom ik op de volgende tips:

- Je kunt een vorm ontwerpen als basisvorm voor het binnenobject, en een iets grotere versie als cut-out voor de buitenvorm. Zo zit er ruimte tussen als je het binnenobject en het buitenobject straks in elkaar schuift.
- Als je de vorm symmetrisch maakt, dan kunnen de objecten straks ook op zijn kop in elkaar.
- Zorg dat tussen de binnenvorm en de buitenvorm meer ruimte zit. Bij het printen komt het strakker dan je denkt.
- Het hoeft blijkbaar geen ingewikkelde vorm te zijn, maar het kan wel.

Nog iets over het draaien:

- Je kunt een draaivorm maken door te stapelen. Neem een plakje van je vorm, kopieer dit, geef dit een verdraaiing en zet het nieuwe plakje bovenop de andere.
- Als je een draaivorm maakt, dan komen de objecten strakker in elkaar te zitten. Zorg daarom in het ontwerp van je basisvorm voor extra tussenruimte in de draairichting.

Dan heb je de basisvormen:

- De basis binnenvorm en de buitenvorm passen in elkaar.
- De vormen zijn 'geëxtrudeerd', dat betekent dat ze langer zijn gemaakt. Dit kan recht zijn, maar in ons geval geven we de vormen bij het langer maken een draai.
- Er zit ruimte tussen beide vormen.
- De dikte en de doorsnede zijn onder en boven gelijk. De objecten zijn dus recht.

Iets over het knippen:

- De binnenvorm en de buitenvorm kan je overzetten naar een ander soort object, bijvoorbeeld een Eiffeltoren vorm. Dan is je nieuwe object niet meer recht.
- Het overzetten van de vormen doe je door te knippen middels transparante 'gat' objecten.
- Zorg ervoor dat het binnenobject en het buitenobject wat je gaat maken de tussenruimte hebben zoals je deze hebt ontworpen.

- Zorg er voor dat zowel het buitenobject als het binnenobject wat je maakt wel uit één doorlopend stuk bestaat. Je let daarom op dat bij het knippen geen losse brokjes ontstaan.

Iets over technische dingen:

- We zullen onze vorm in TinkerCad maken door een vorm meerdere malen te kopiëren en te draaien. Bij meer vormen, of lastigere vormen maken we het moeilijker voor TinkerCad om deze soepel te verwerken. Bij eenvoudigere vormen blijft TinkerCad nog redelijk werken.
- Het tekenen, kopiëren en verdraaien kan je ook in TinkerCad programmeren. Het lukt mij niet om daarna de vorm te exporteren, of om deze op te slaan in 'mijn vormen'. In de beschrijving ga ik ervanuit dat je deze bewerkingen met de hand zult uitvoeren.

### **Kies je gereedschappen – 3D ontwerpen en 3D printen**

Hoe ontwerpen we zoiets? Je kunt dit met de hand maken uit piepschuim, hout of andere materialen. Omdat de vormen best complex zijn vinden we dit een goed ontwerp om uit te voeren met 3D ontwerpen en 3D printen. In deze beschrijving gebruik ik TinkerCad om het 3D ontwerp te maken.

Omdat we onderdelen in elkaar willen schuiven, moeten we er rekening mee houden dat een 3D print relatief ruw kan zijn. Bij een standaard instelling is een print laag 0,2 millimeter dik. Tijdens het printen worden de lijnen door de 3D printer 0,4 millimeter van elkaar gezet. Je kunt ervanuit gaan dat het plastic wat verder uitsteekt dan deze 0,4 millimeter, en het geprinte object heeft vaak nog voelbare ribbels. Het lijkt erop dat deze ribbels makkelijk nog 0,2 tot wel 0,4 millimeter aan je object kunnen toevoegen.

Om een speling te krijgen van 1 mm lijkt het voldoende om 0,5 mm tussenruimte toe te voegen. Hiermee vangen we de onregelmatigheden op die bij het 3D printen ontstaan.

Doordat we een draaivorm maken, willen we ook in de draairichting extra speling geven. In de hoogte willen we ook 1 mm speling, en we willen daarom omhoog en omlaag 0,5 mm tussenruimte. In 0,5 mm is ons ontwerp 2,5 graden gedraaid. We besluiten om in de draairichting 5 graden extra speelruimte te geven, twee keer 2,5 graden.

### **Voorbeeldafmetingen van schaakstukken voor thuisgebruik**

<https://schaakkoning.nl/afmetingen-van-schaakborden-en-schaakstukken/>

Het grootste schaakstuk voor thuisgebruik is op deze pagina benoemd als maat 3. De koning is dan 76 millimeter, en de veldafstand 40 millimeter.

<https://royalchessmall.com/blogs/blog/guide-to-choosing-a-size-of-chess-set>

### **Bedenk hoe groot je ontwerp wordt**

We hebben een paar dingen benoemd waar een afstand bij hoort. Het is nu nuttig om te bedenken hoe groot je ontwerp wordt. Als we het te klein maken, dan worden de details niet goed uitgevoerd. Als we het te groot maken, dan duurt het printen weer te lang.

Je object kleiner printen dan je ontwerp, zou ervoor zorgen dat de tussenruimte niet goed meer werkt. Het is wel altijd mogelijk om je ontwerp groter te printen dan je het hebt ontworpen.

Het is belangrijk om een mooie afmeting te kiezen. Je kunt er dan bij het maken van je ontwerp voor zorgen dat de tussenruimte goed is. Welke afmeting vinden we mooi?

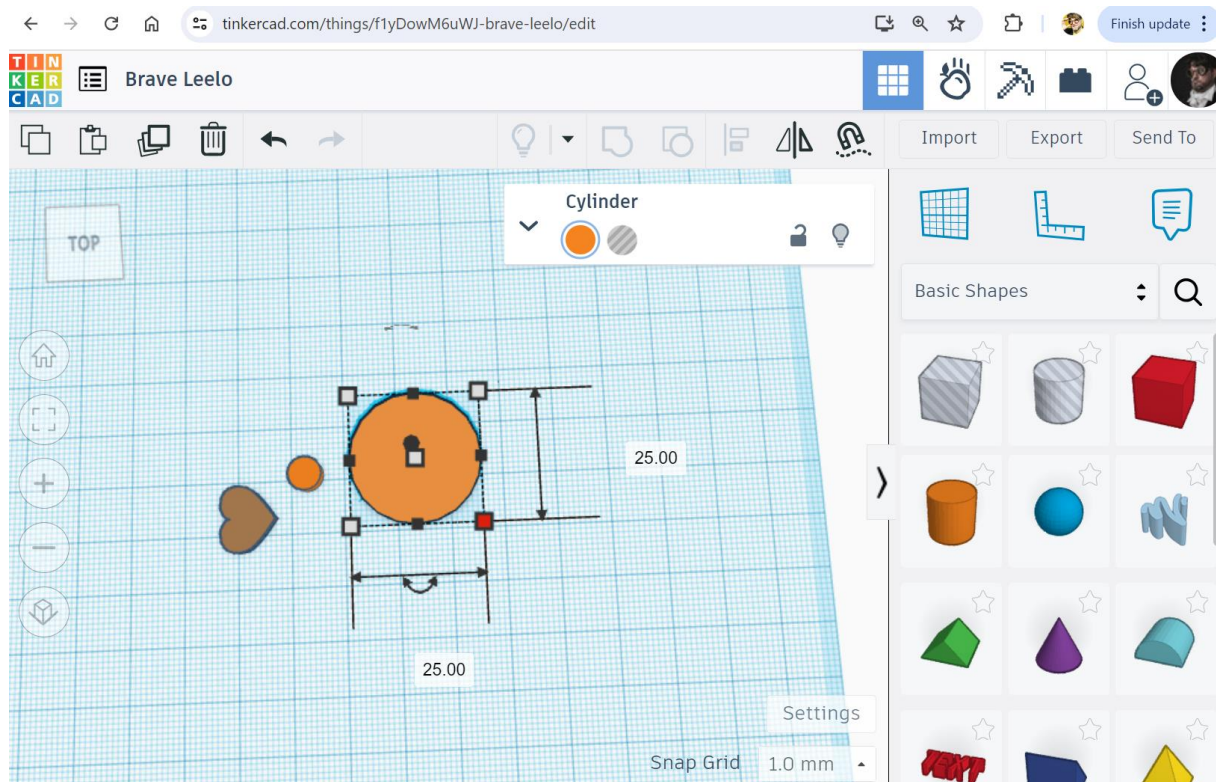
- Het lijkt mij mooi om het ontwerp zo groot te maken als een standaard schaakstuk voor thuisgebruik, maar niet te klein. De hoogte van zo'n stuk in 'maat 2' is 70 mm, en in 'maat 3' 76 mm.
- We ronden de hoogte van het draagdeel van ons ontwerp af op  $360 \times 0,2 = 72$  mm. Het middendeel van ons ontwerp mag hier nog wat boven uitsteken.
- Voor de diameter van schaakstukken wordt benoemd als 40-50% van de hoogte. De diameter van ons stuk is dan circa 30 tot 38 millimeter.
- De binnenvorm moet ruim binnen deze afmeting vallen, om daaromheen nog voldoende 3D print materiaal over te laten. We kiezen een maximalen diameter van de binnenvorm van 25 millimeter.

Bij ons ontwerp maken we de binnenvorm 72 mm hoog, bestaand uit 360 lagen van 0,2 mm. De maximale diameter van de binnenvorm is 26 mm.

De buitenvorm wordt 72 mm hoog, met een buitendiameter van 40 mm.

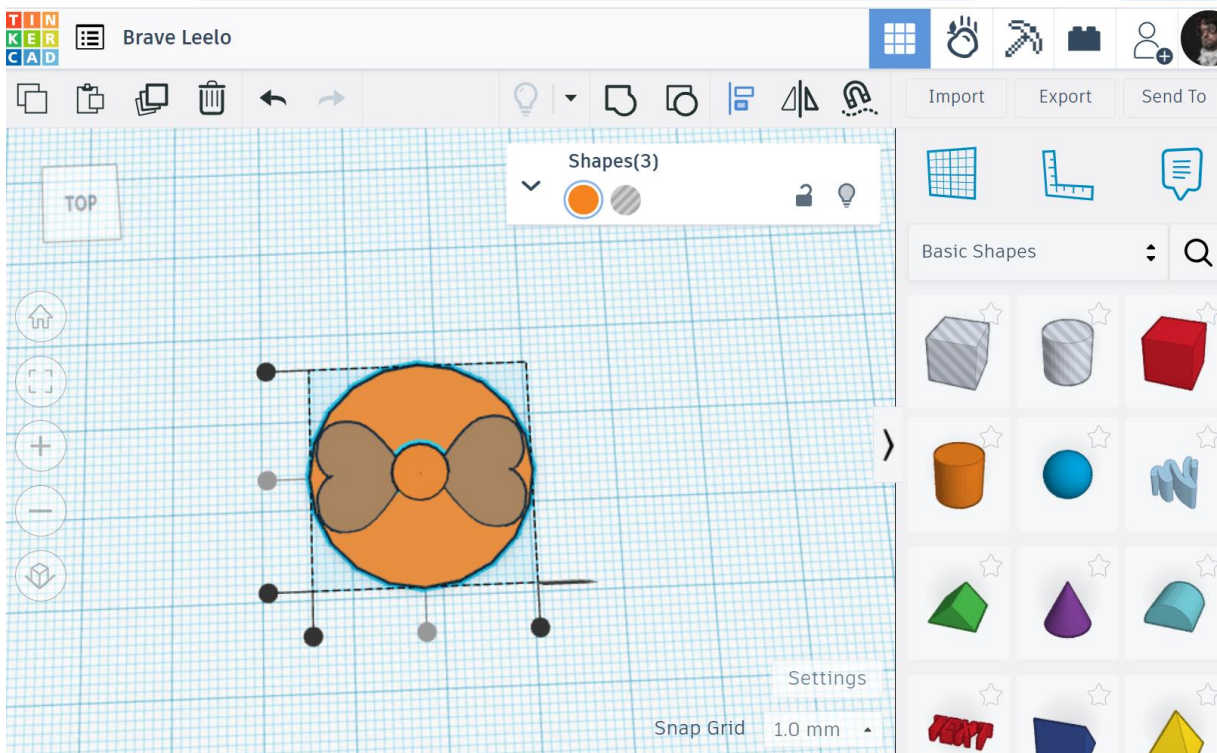
### Ontwerp twee platte vormen: een binnenvorm en een buitenvorm met ruimte ertussen.

De binnenvorm is een vorm van 0,2 dik, welke past binnen een cirkel van 25 mm. Om het object voldoende sterkte te geven bestaat de kern uit een cirkel van 6 mm diameter.



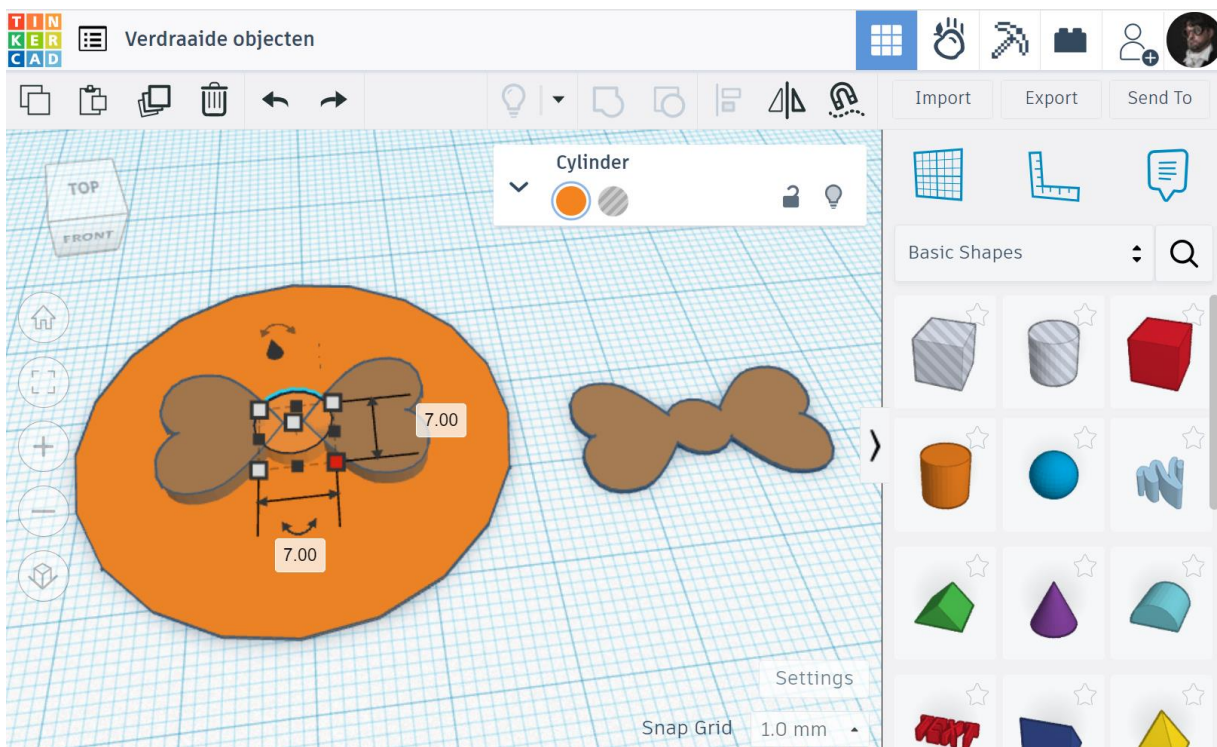
Kies een symmetrische vorm. Ik vind een hartje mooi, en daar maak ik een kopie van welke ik 180 graden draai, wat ik wat opzij schuif om het daarna met het eerste hartje samen te voegen met de samenvoeg knop. Ik voeg een rondje toe met een diameter van 6. Dit alles zet ik midden op midden met de uitlijn knop.



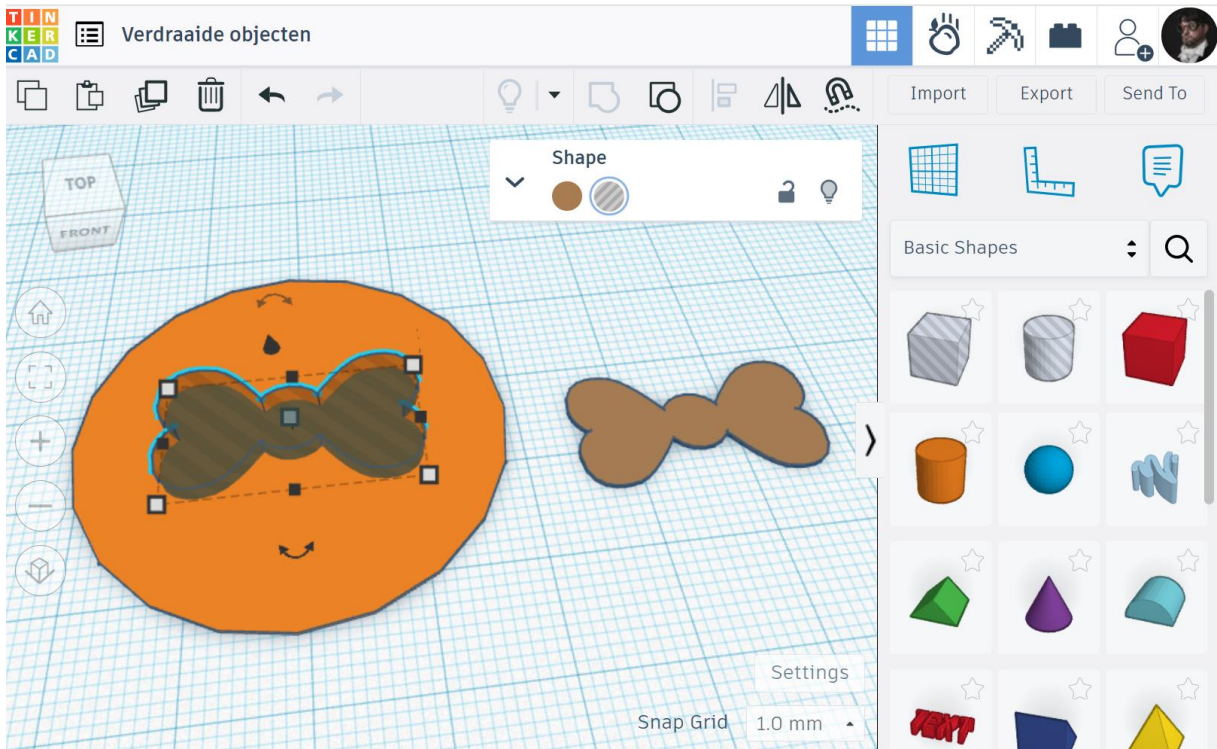


De buitenvorm is een cirkel van 40 mm. We willen hierin een 'gat' maken waarin onze basisvorm met enige tussenruimte past. Deze tussenruimte is in elke richting 0,5 mm.

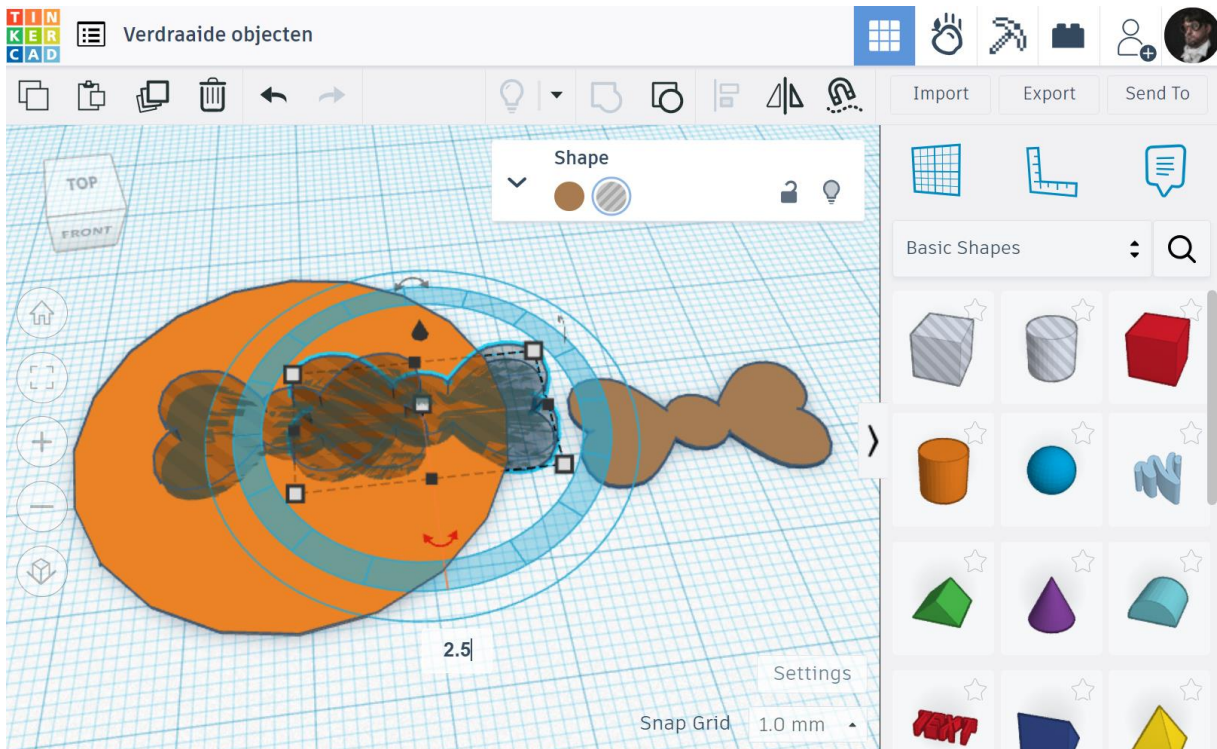
Hiervoor maak ik alle objecten van mijn eerste vorm in elke richting 0,5 mm groter. De objecten maak ik 2 mm dik.



Voeg deze objecten samen en maak dit transparant als 'gat'. Nu maak ik de cirkel van 40 mm en 0.2 mm dik, welke ik met het gat centreer.

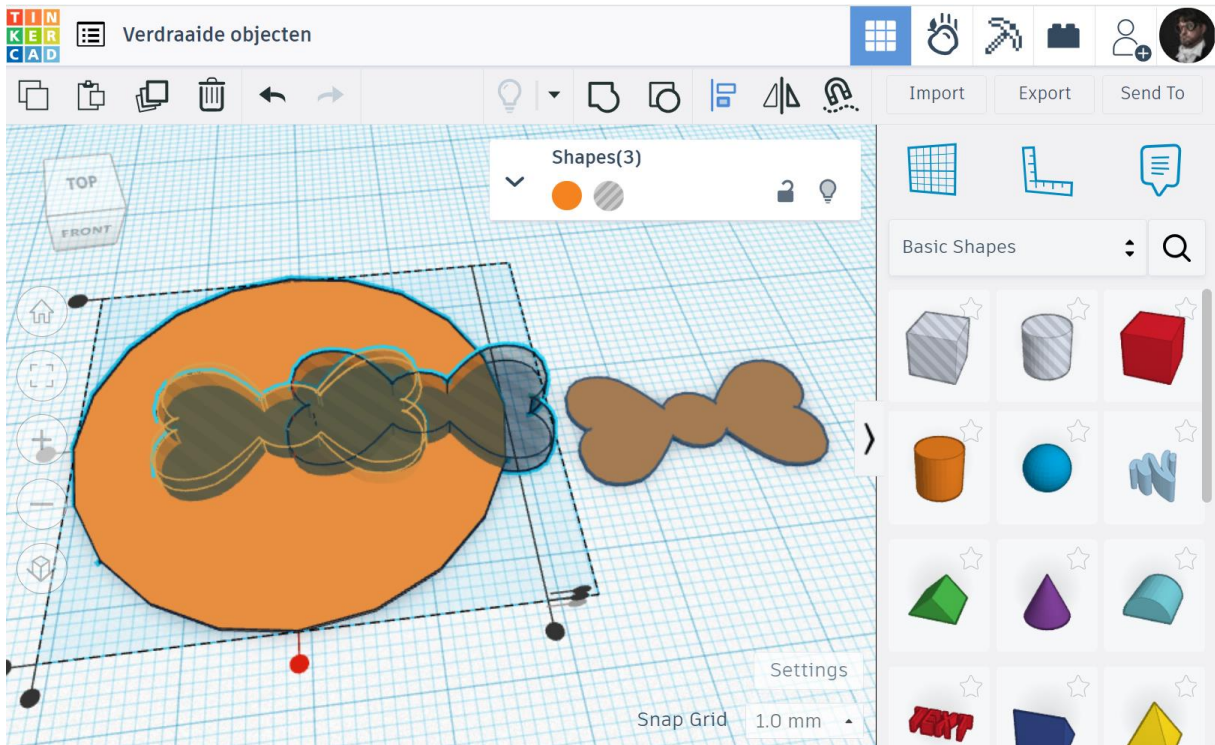


Omdat je een draaiobject maakt, maak ik de 'draai tussenruimte' groter door dit gat nog een keer te kopiëren en 2.5 graden te verdraaien. Het originele gat draai ik -2.5 graden.

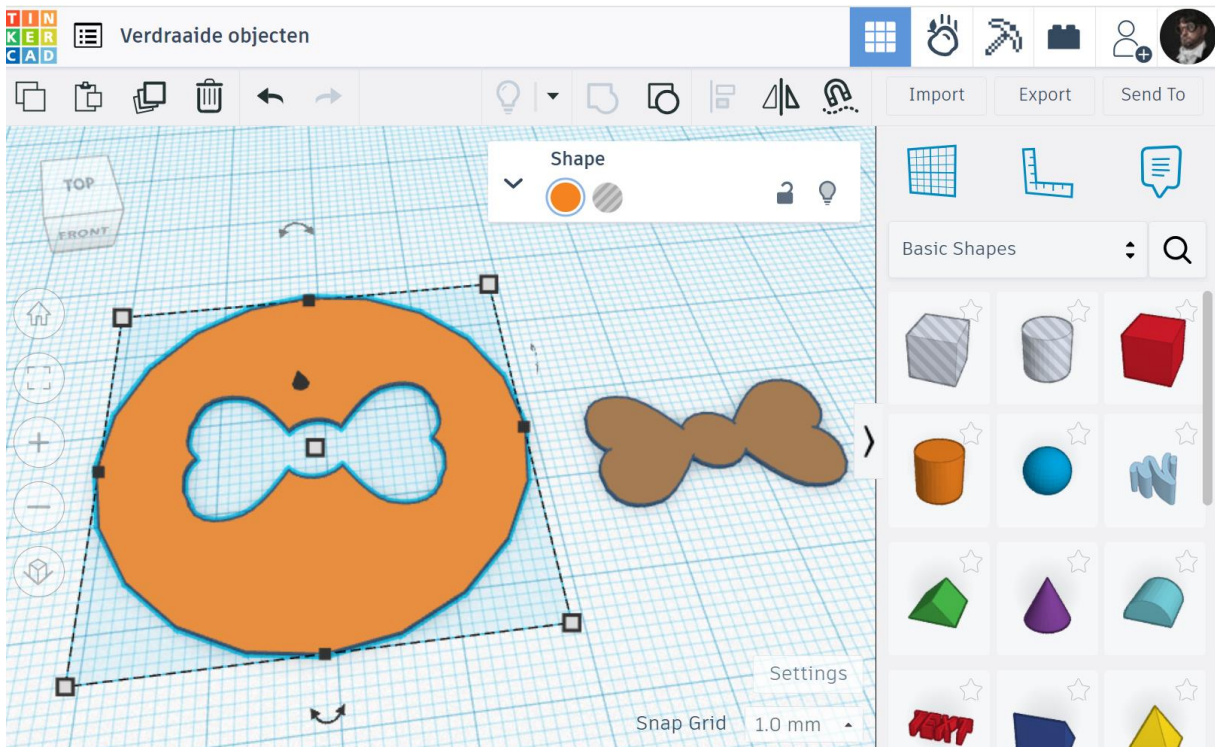


Ik centreer alles weer, en ik voeg het samen.



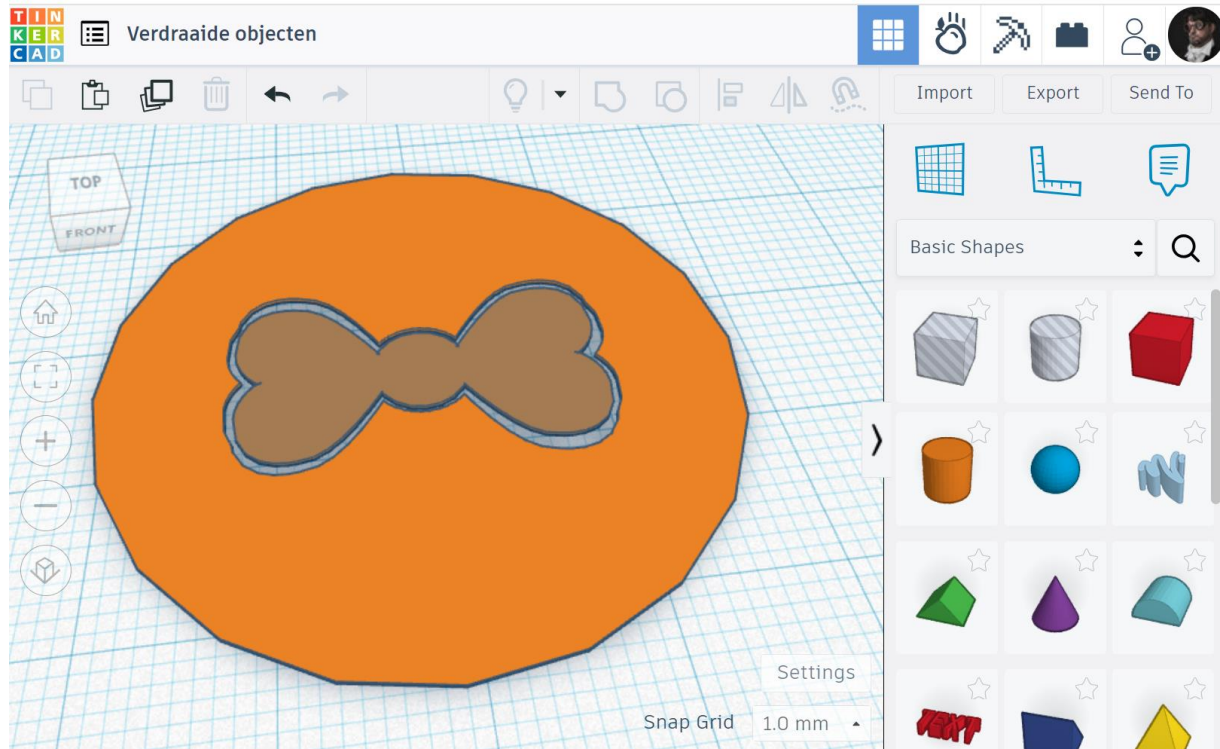


Daarna heb je een schijf met een ruim gat.



Let op: de buitenvorm heb ik gekozen als 40 mm, zodat het groter is dan de uiteindelijke vorm die ik wil maken. Wanneer je een cirkel gaat stapelen en draaien, dan wordt de buitenrand heel rommelig. Dat geeft niet, want deze rand gooien we later toch weer weg.

Nu heb je twee objecten die mooi in elkaar kunnen passen. Er is een veilige tussenruimte zichtbaar.



### **Draaien en stapelen.**

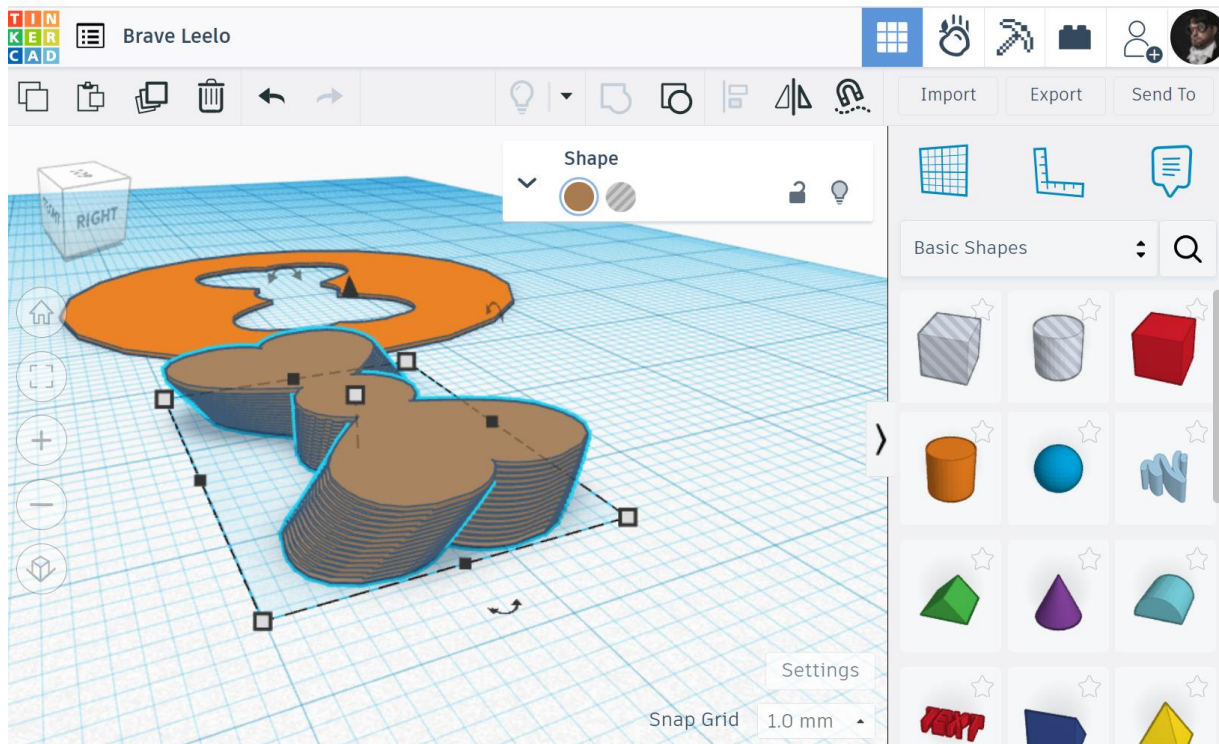
Een recht object kan je maken door de vorm dikker uit te rekken. Een gedraaid object maken we door 360 laagjes van 0,2 mm te stapelen en dan telkens 1 graad te draaien. Dit zal je voor de binnenvorm en voor de buitenvorm doen.

Zelf vind ik het fijn om de eerste basisvorm een paar keer te kopiëren zodat ik 5 objecten heb. Deze draai ik dan: 0, 1, 2, 3, 4 graden. Ik til ze op: 0, 0.2, 0.4, 0.6, 0.8 mm. Daarna centreer ik de middens op elkaar, en ik voeg het samen. Het geheel is dan 1 mm dik. Ik heb nu de eerste 5 graden van de verdraaiing gemaakt.

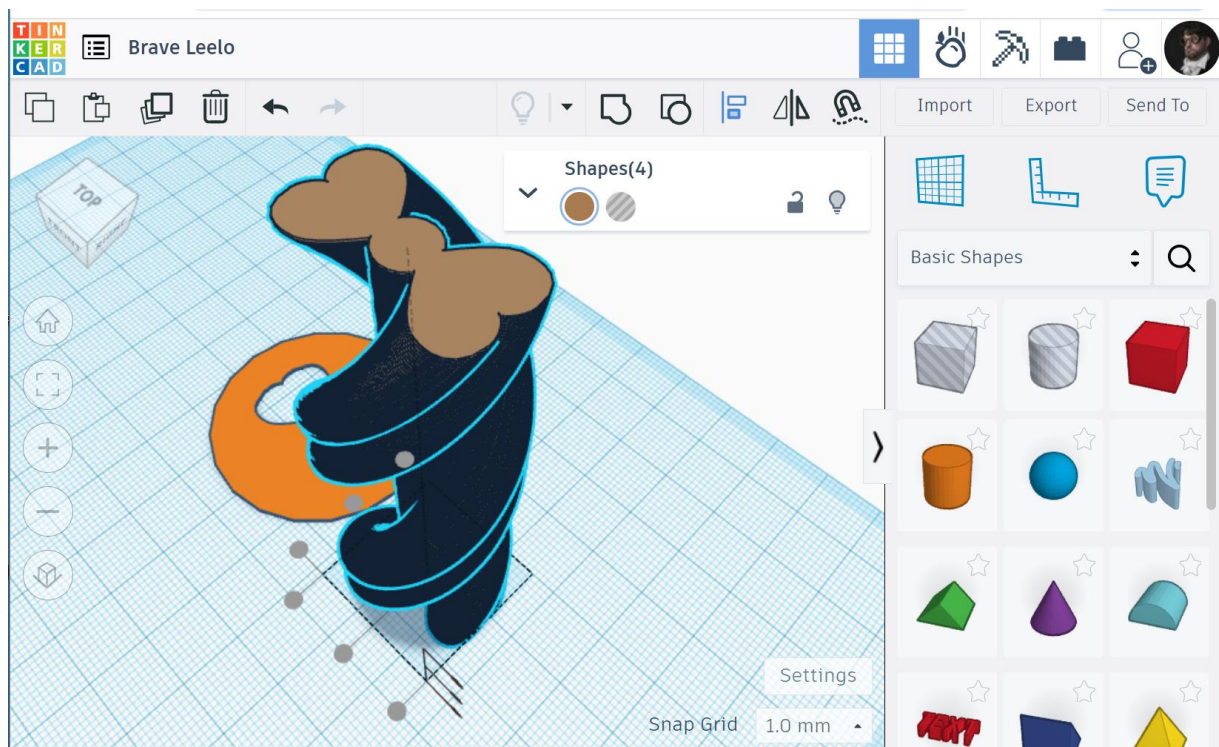
Let op: Dit stapelen en draaien moet je heel precies doen. Een vergissing zorgt zomaar voor een ribbel op je uiteindelijke object. Bij twijfel doe je het opnieuw.

Dit eerste stapeltje van 1 mm kopieer ik dan, en ik verdraai het 5 graden en til het 1 mm op. Ik kopieer het eerste stapeltje nog een keer, verdraai het 10 graden en til het 2 mm op. Deze drie objecten centreer ik dan, en ik voeg ze samen. Ik heb nu de eerste 15 graden van de verdraaiing gemaakt.

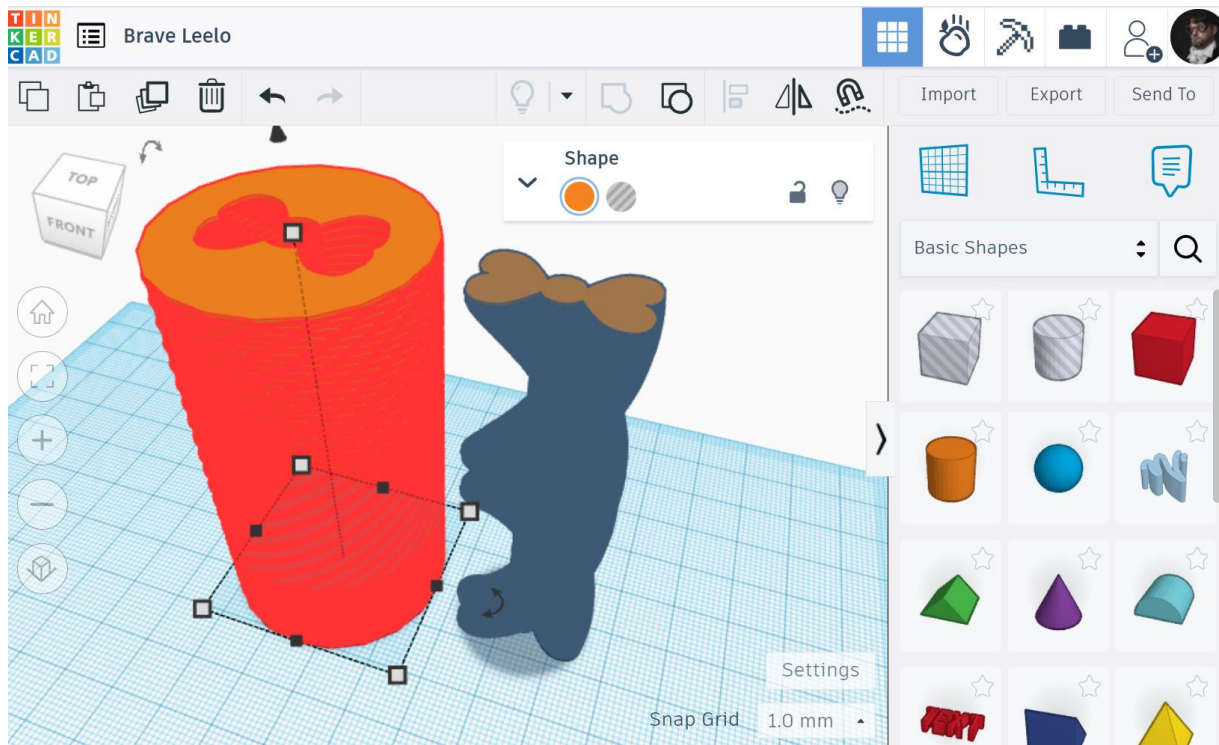




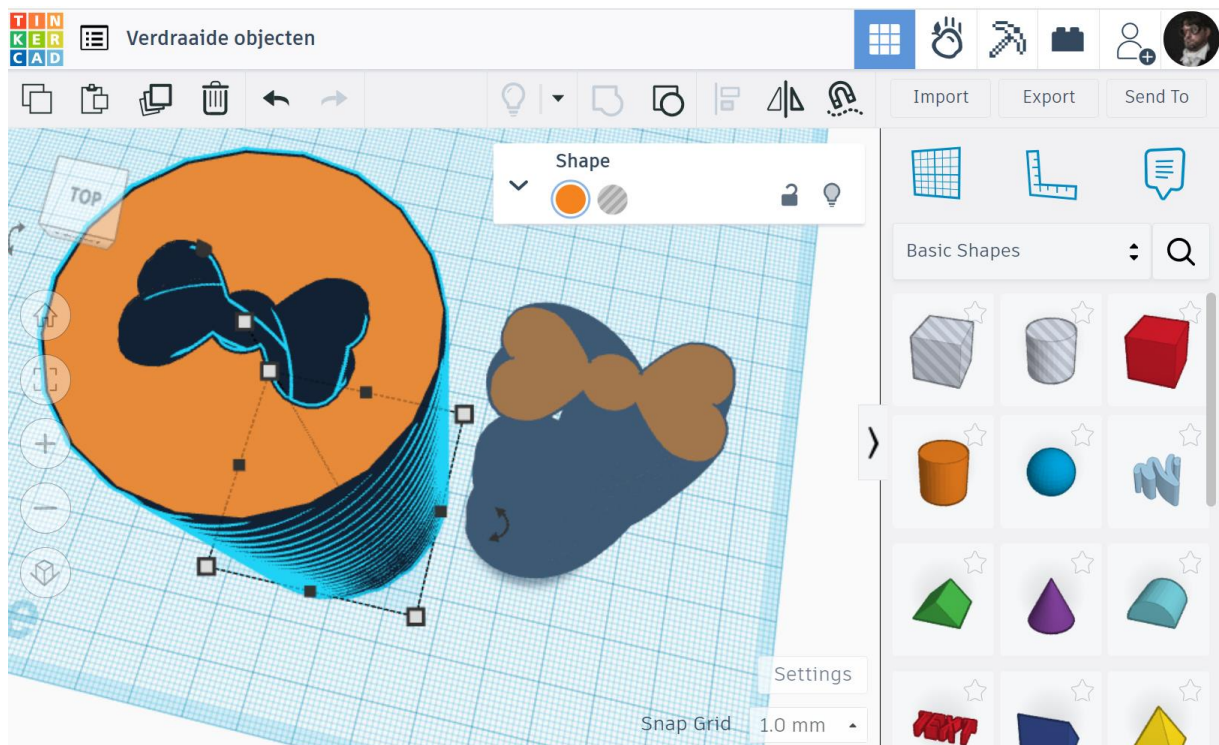
Zo ga je verder, tot je een stapel van 72 mm hebt, met een verdraaiing van 360 graden.



Herhaal deze stappen voor je tweede object. Als laatste stap voeg je ook daarvan de onderdelen samen.



Tip: Tinkercad heeft soms moeite om na een bewerkingsstap de exacte geometrie van je nieuwe object weer te geven. Deze geometrie wordt ergens in het internet klaargemaakt, en ondertussen wordt je object in het rood weergegeven. Hoe ingewikkelder je object is, hoe langer zo'n bewerking duurt. Uiteindelijk geeft Tinkercad je object netjes weer.



**Tadaah – klaar. Deze verdraaide vormen zou je kunnen printen**

Je hebt nu je draaivormen klaar. Je zou ze kunnen 3D printen.



Maar misschien vind je de vormen nog een beetje saai?

## Een interessante vorm maken die je straks in twee onderdelen knipt

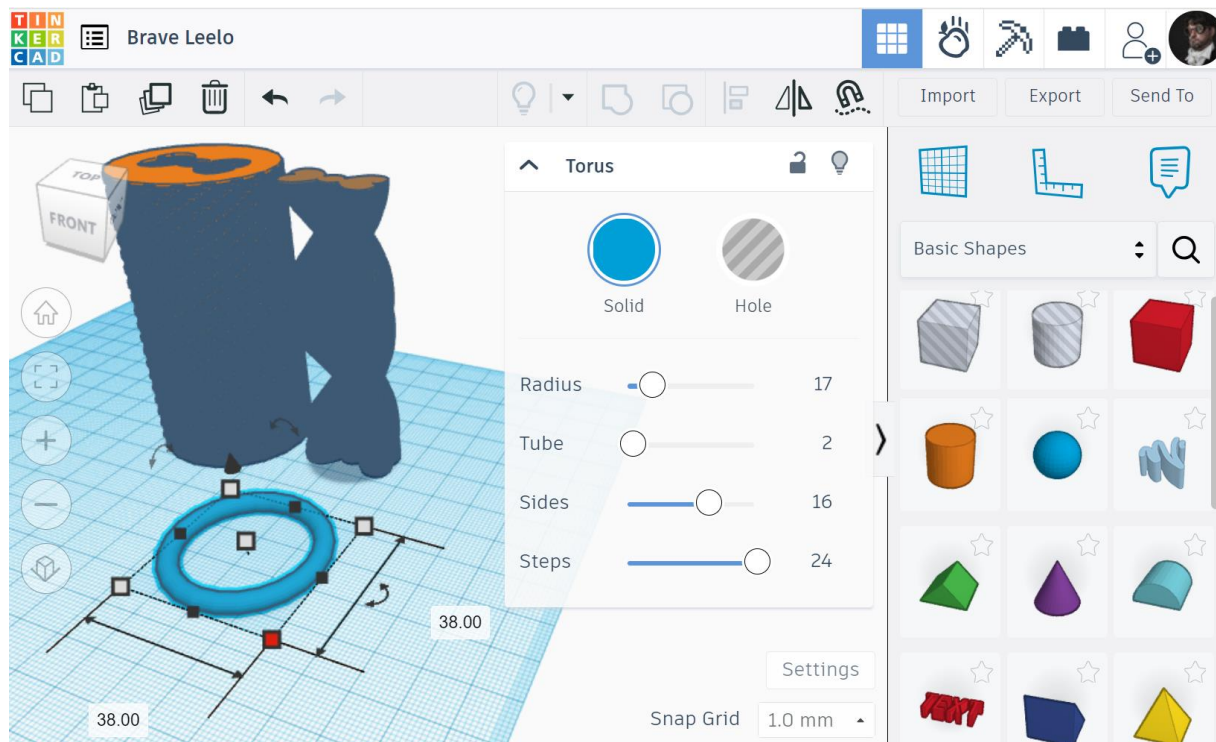
### Afmetingen

Je interessante vorm moet passen binnen de eerder bedachte afmetingen: diameter 38 mm, hoogte 72 mm. We moeten opletten dat het object vooral aan de onderkant een voldoende massieve kern heeft, van een diameter van minimaal ongeveer 12 mm.

De onderkant moet stevig op de grond staan.

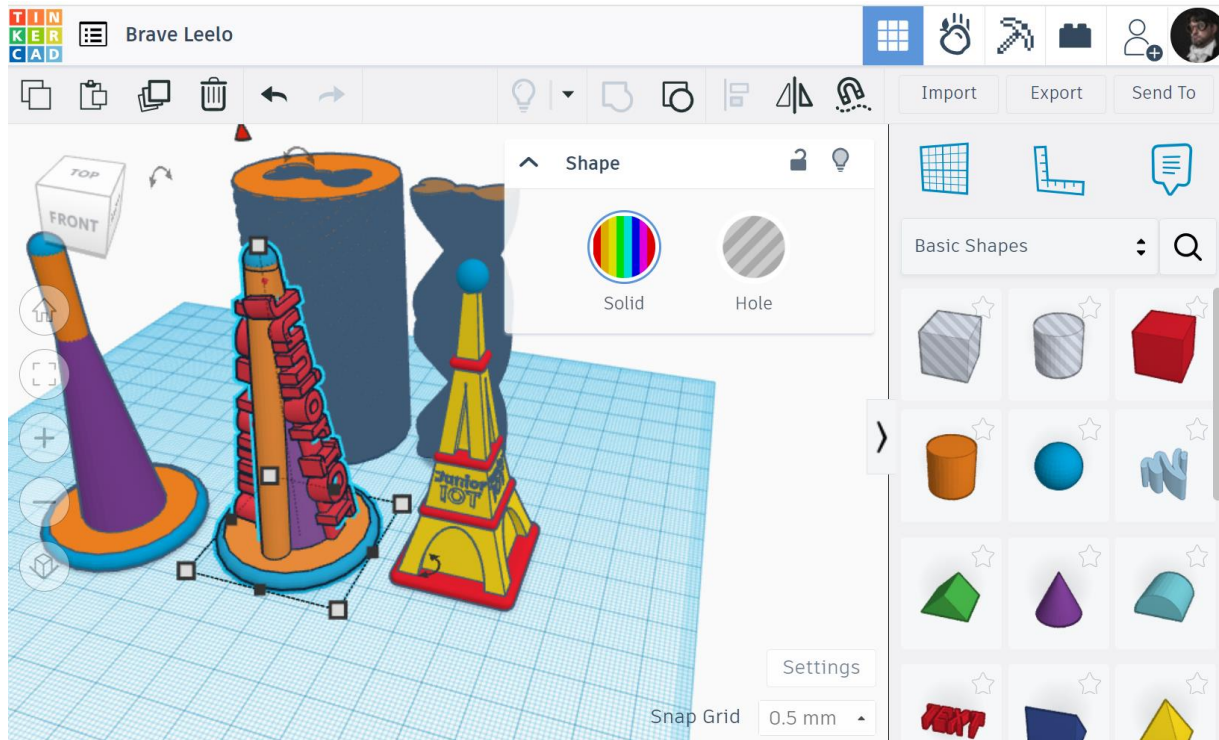
### Een voorbeeld ontwerp maken

Ik vind het mooi als mijn object mooi afgerond is. Daarom begin ik met een ring. Deze stel ik in als radius van 17, en een Tube met getal 2. Het object heeft dan een diameter van 38 mm.



Dan teken ik gewoon een beetje verder. In plaats van rond, kan je ook kiezen voor vierkant. Dat kan je best zelf.





### **Hoe je jouw ontwerp verdeelt in een verdraaid binnen- en een buiten object.**

Je maakt twee kopieën van jouw object. Van je eerste kopie knip je alles weg wat niet bij je binnenobject hoort. Van je tweede kopie knip je alles weg wat niet bij je buitenobject hoort.

Je hebt dus twee transparant 'gat' objecten nodig:

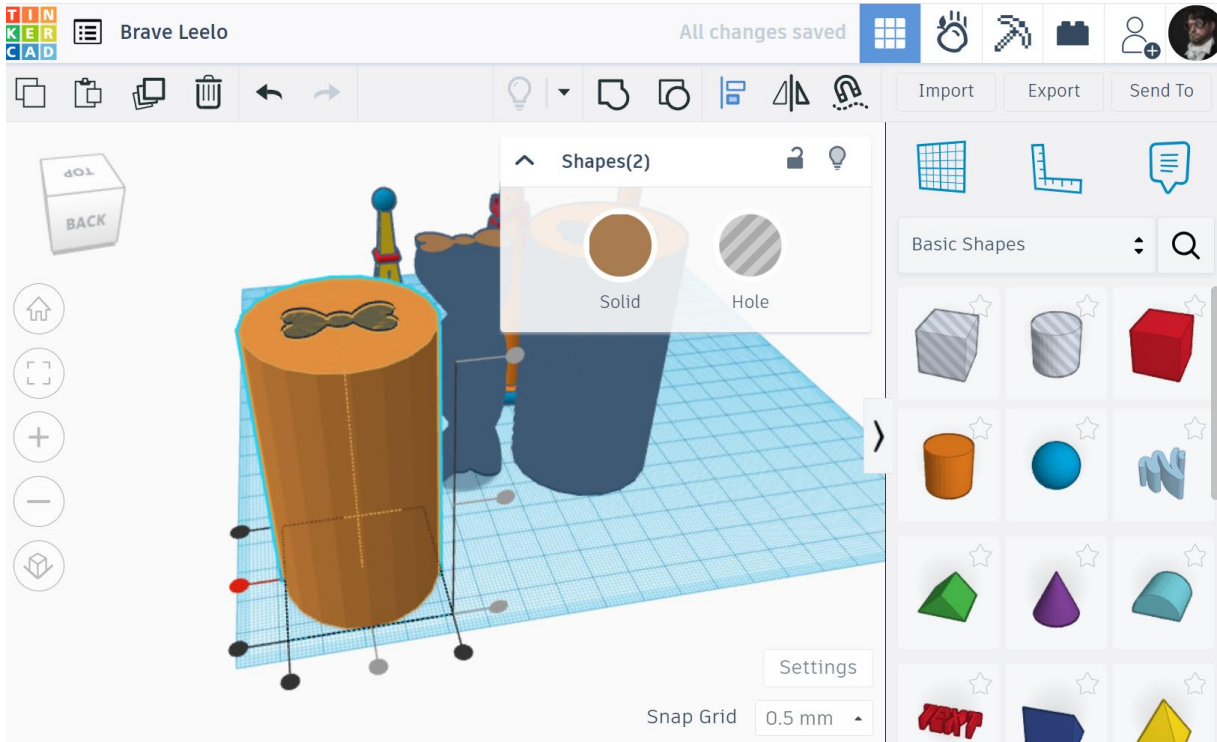
- alles wat niet bij je binnenobject hoort
- alles wat niet bij je buitenobject hoort

### **Je knip object maken voor 'dit hoort niet bij je binnenobject'**

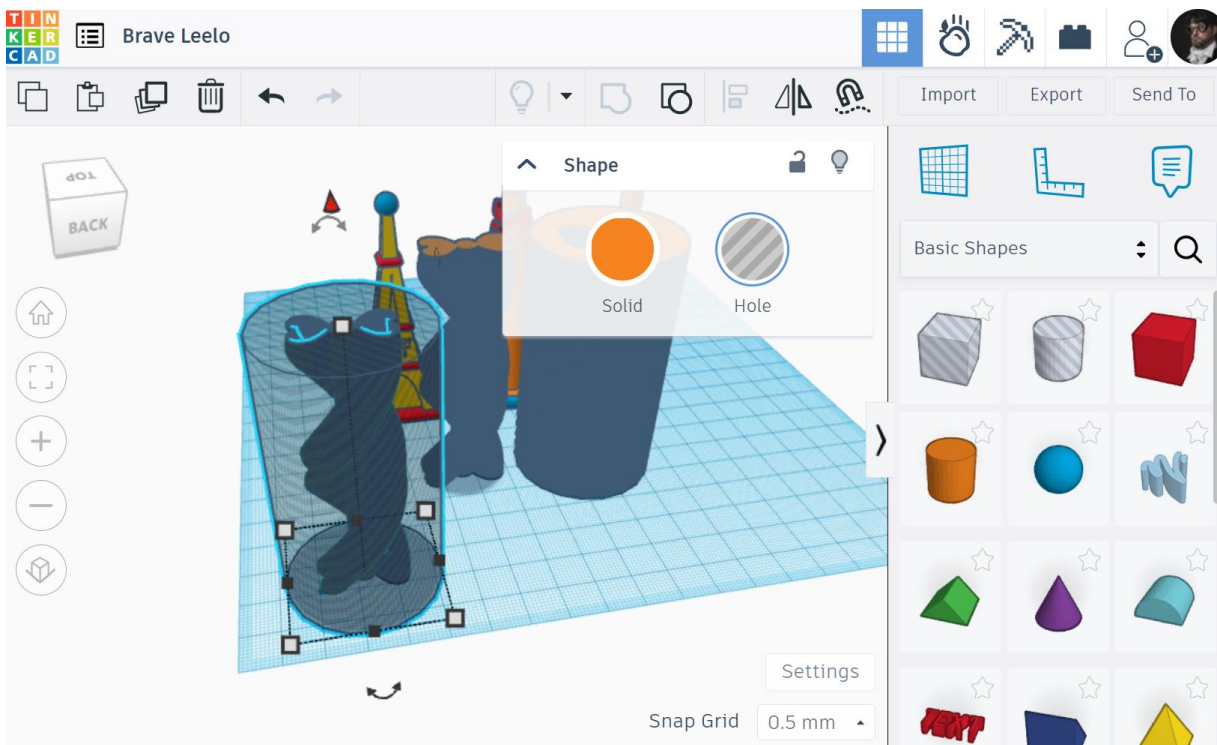
Maak een kopie van je binnenobject. Maak deze een transparant 'gat'.

Voeg een cirkel toe, met diameter 40 en hoogte 72.

Centreer deze twee objecten op elkaar en voeg ze samen.



Maak het object een transparant 'gat'.

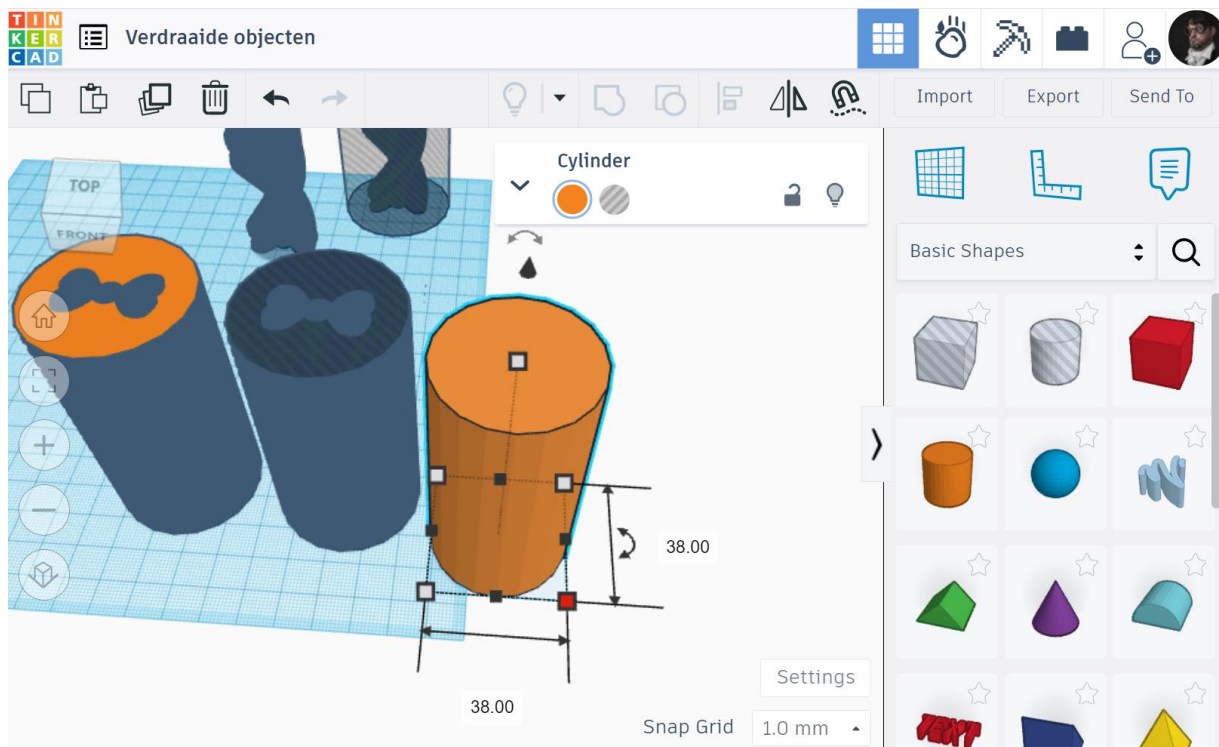


Dit is nu je knip object voor 'dit hoort niet bij je binnenobject'.

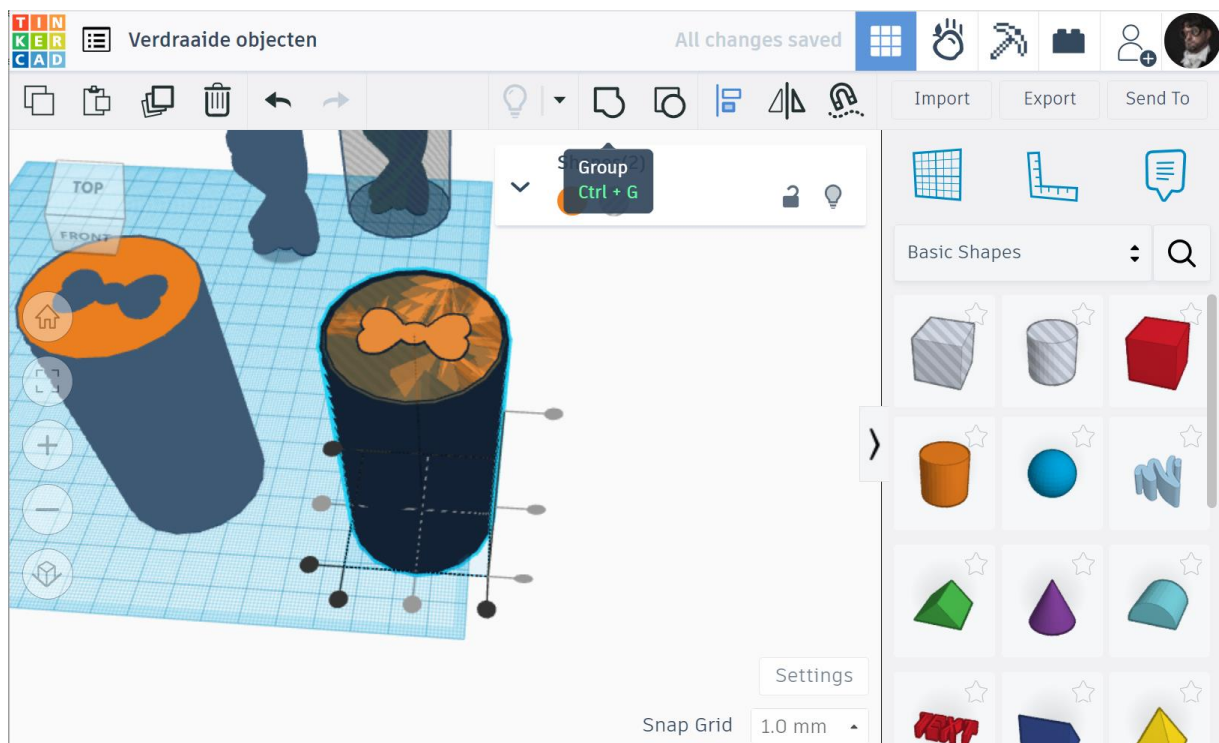
### **Knip object maken voor 'dit hoort niet bij je buitenobject'**

Maak een kopie van je buitenobject. Maak deze een transparant 'gat'.

Voeg een cirkel toe, met diameter 38 en hoogte 72.

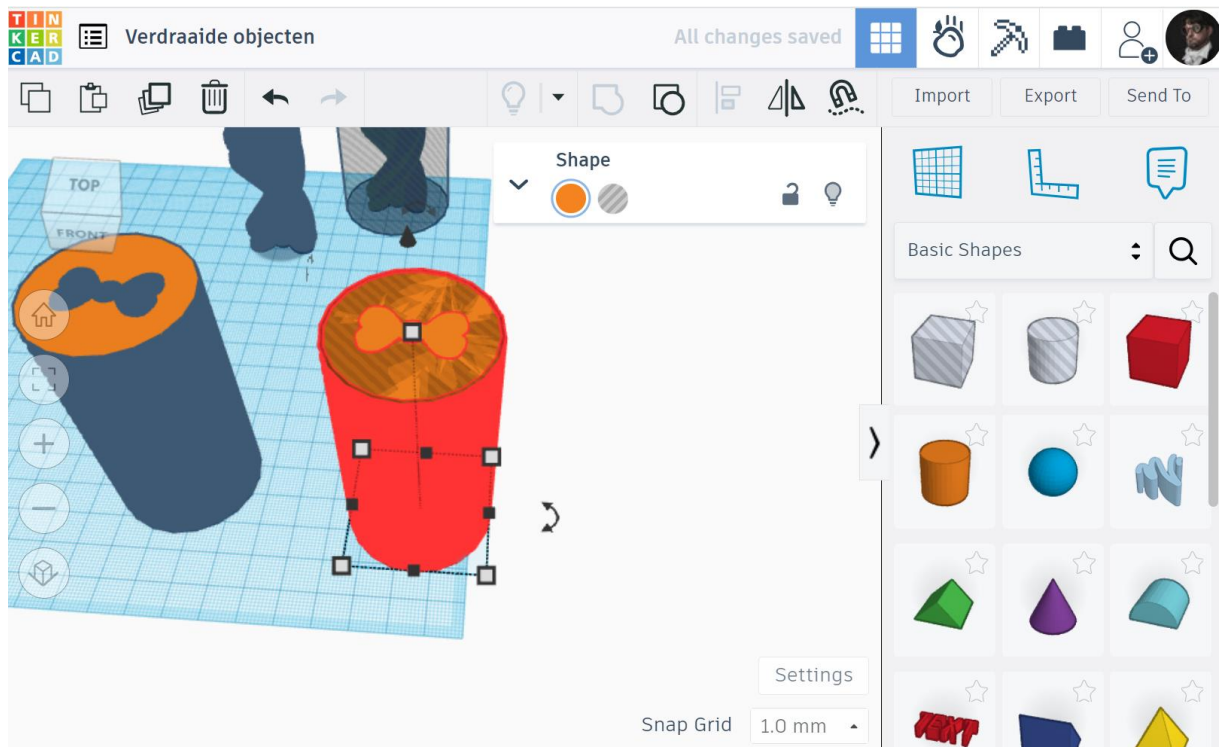


Centreer deze twee objecten op elkaar en voeg ze samen.

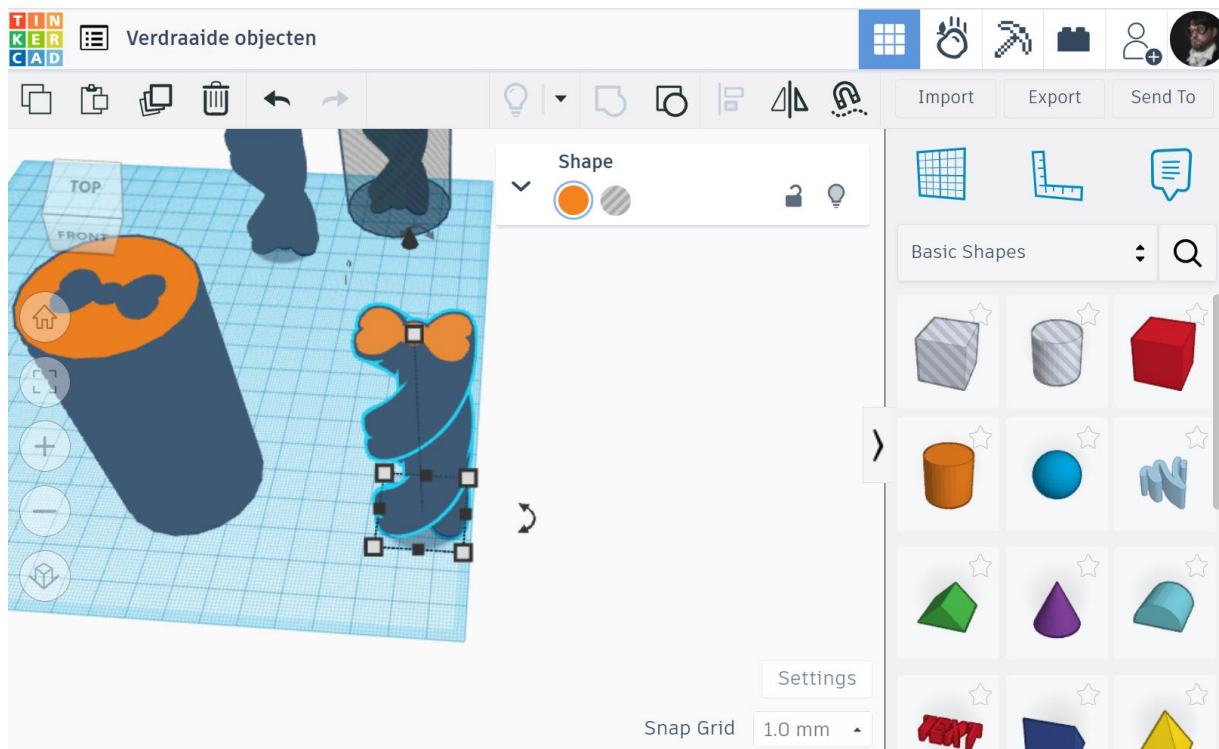


TinkerCad heeft een momentje nodig om het object mooi te maken.

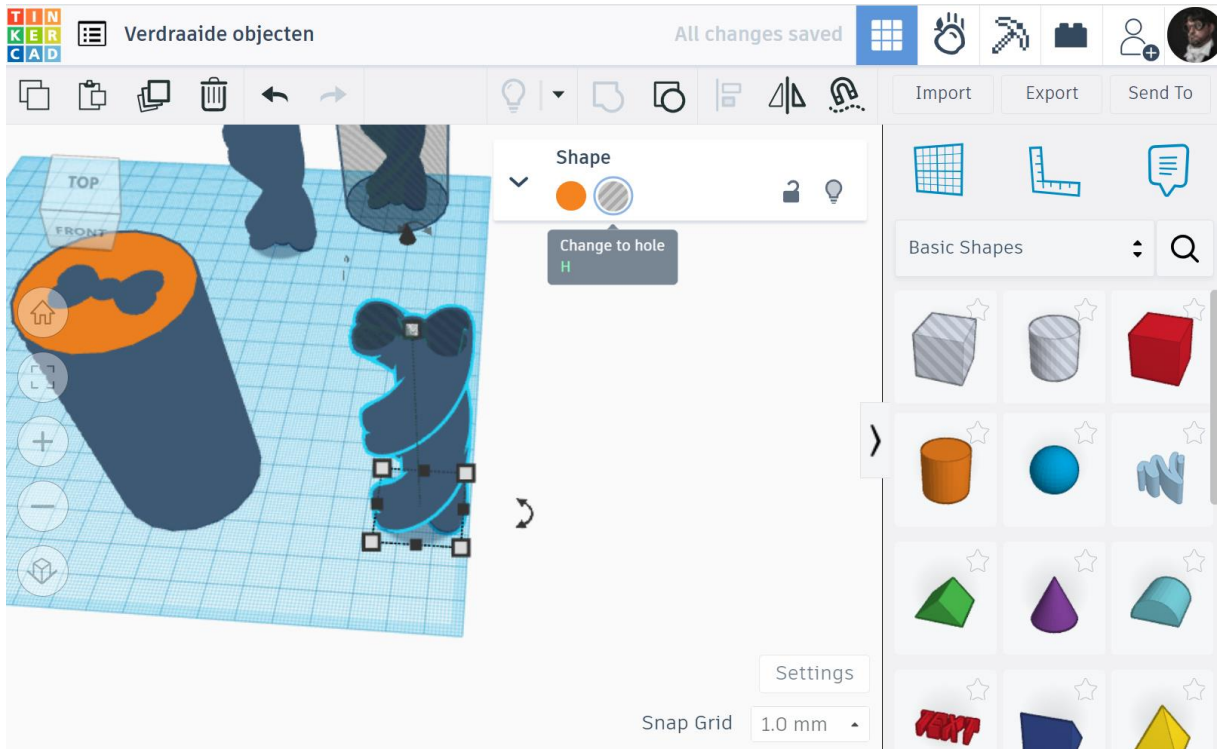




En daarna wordt het resultaat getoond.

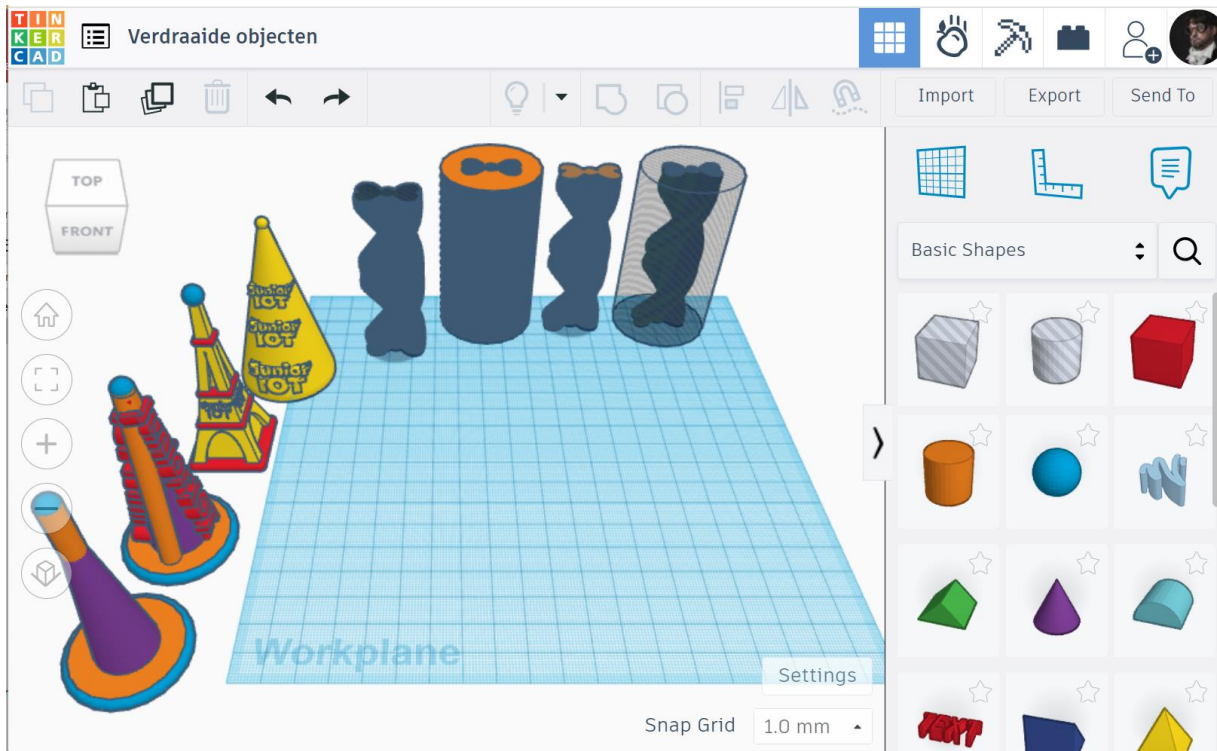


Maak dit object een transparant 'gat'.



Dit is nu je knip object maken voor 'dit hoort niet bij je buitenobject'. Als het goed is, kan je herkennen hoe deze vorm wat groter is dan je allereerste basisvorm.

### De tussenstand



Ik heb nu op mijn werkblad verschillende onderdelen. Als eerste wil ik voor mijn Eiffeltoren een binnenobject en een buitenobject maken.

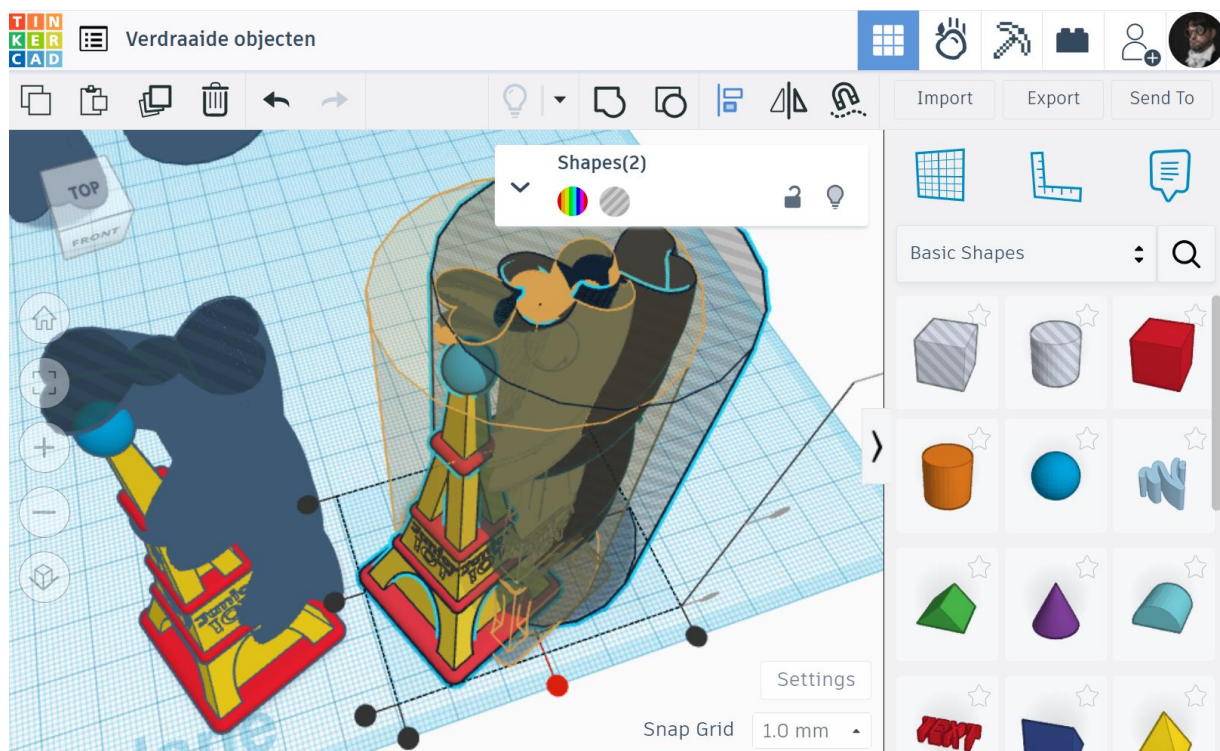
### **Jouw ontwerp splitsen in een verdraaid binnenobject en een buitenobject**

Om jouw object in elkaar te draaien knip je hieruit een verdraaid binnenobject en een verdraaid buitenobject.

Maak twee kopieën van jouw object. Maak een kopie van het transparante object 'dit hoort niet bij de binnenkant'. Maak een kopie van het transparante object 'dit hoort niet bij de buitenkant'.

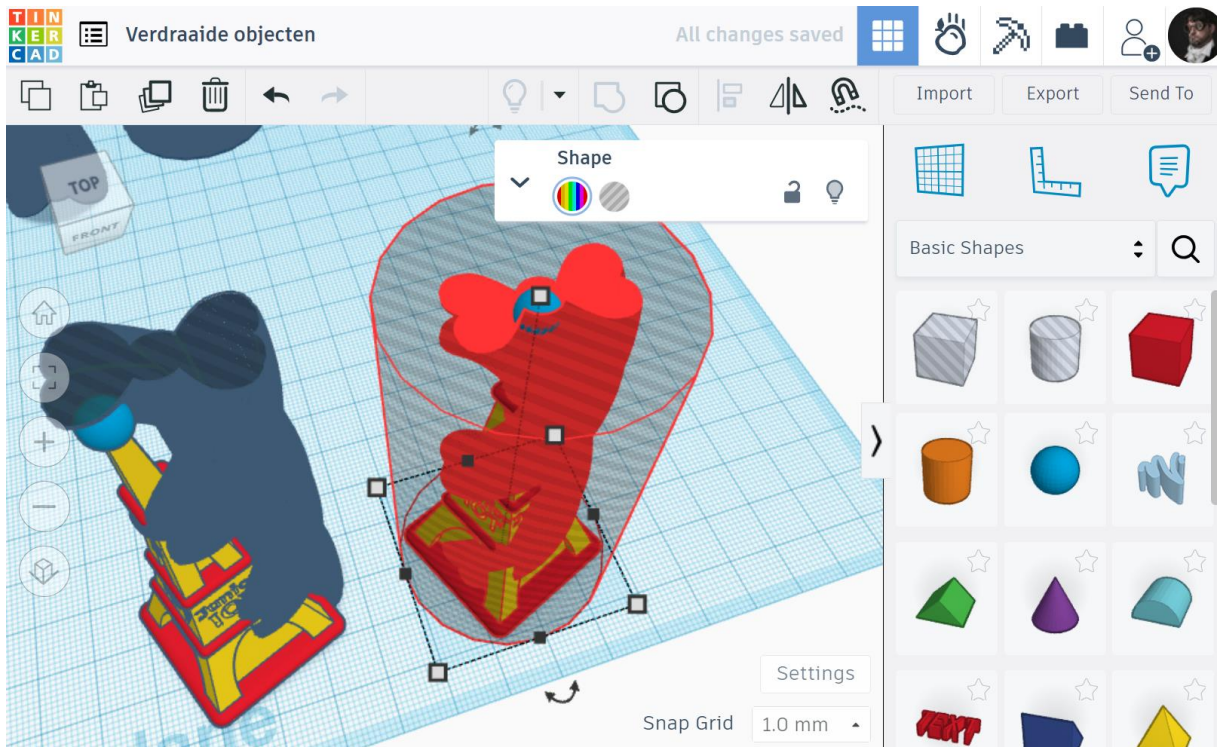
### **Maak jouw binnenkant object**

Jouw object en het transparante 'dit hoort niet bij de binnenkant' centreer je op elkaar.

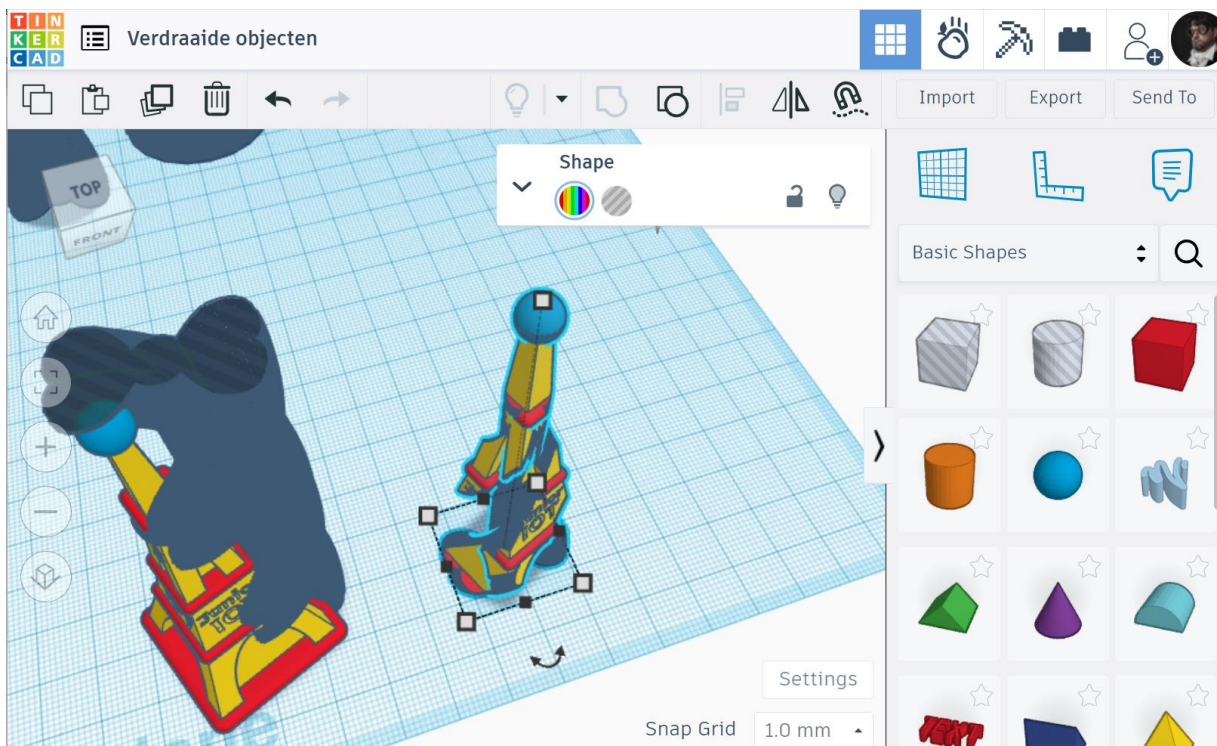


Nadat je beide objecten hebt gecentreerd, voeg je deze samen. Tinkercad heeft even tijd nodig om de vorm te bepalen.



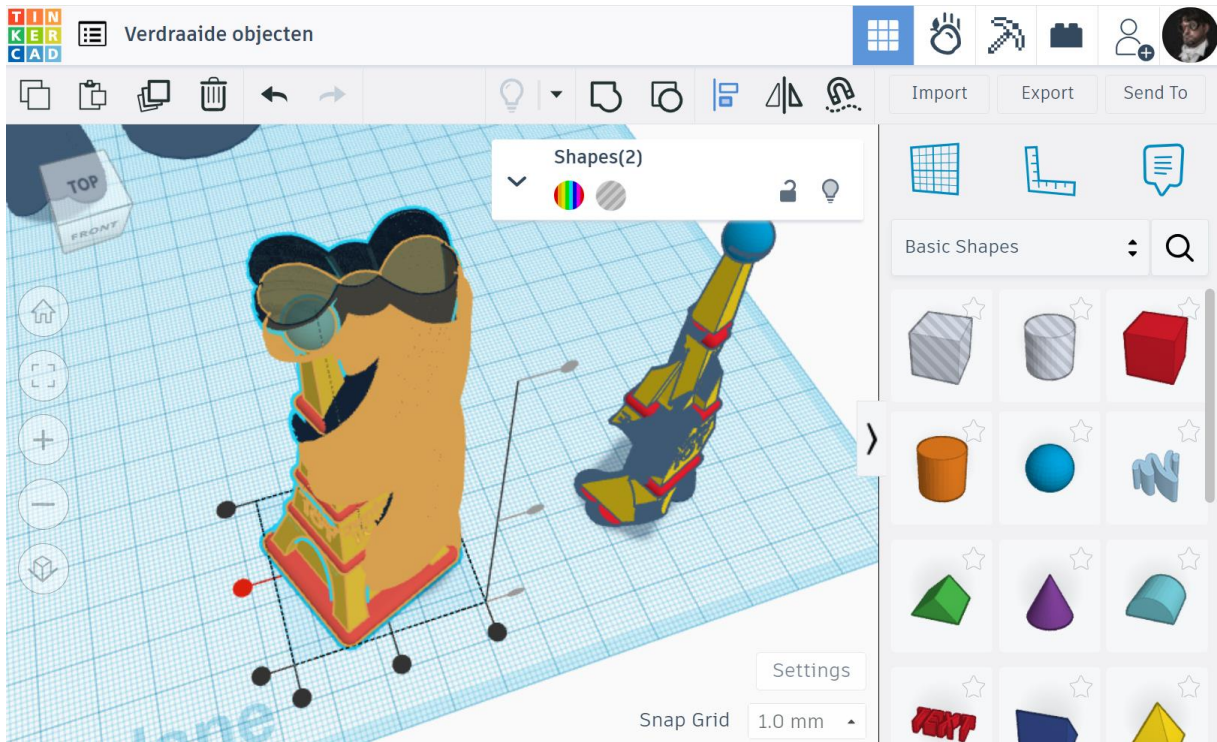


Daarna toont Tinkercad jouw binnenkant object.

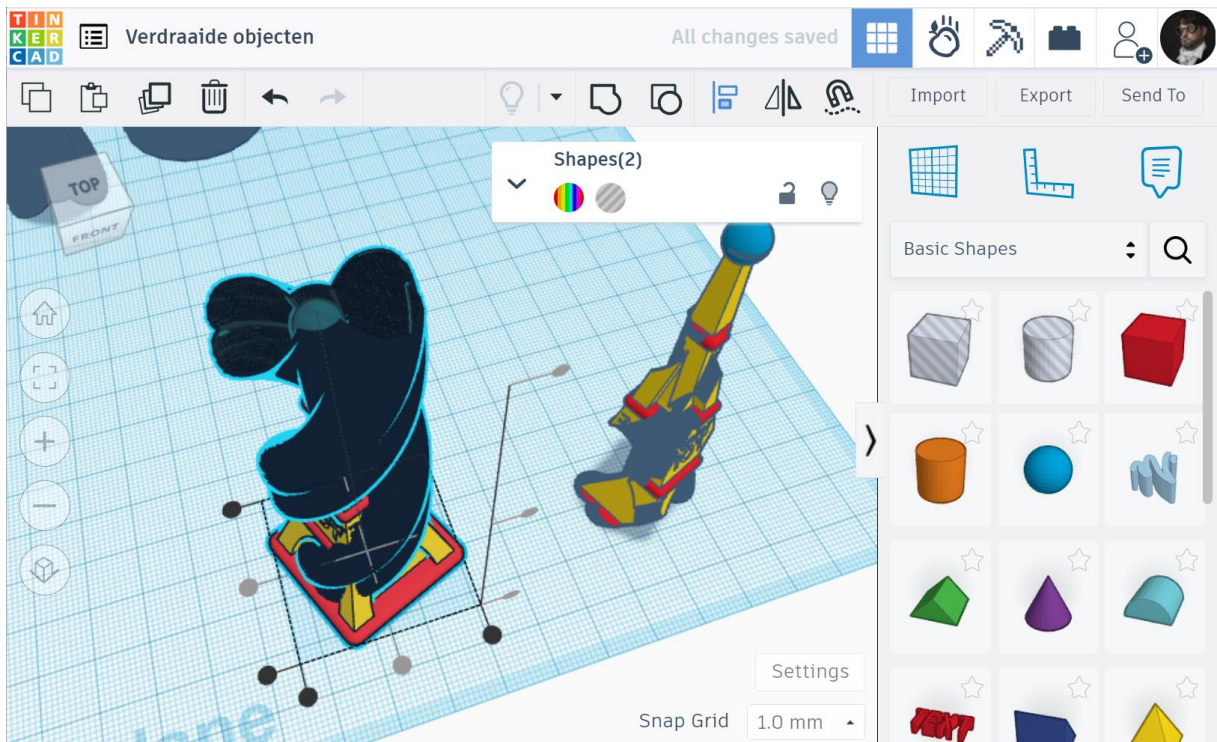


**Maak jouw buitenkant object**

Jouw object en het transparante 'dit hoort niet bij de buitenkant' centreer je op elkaar.

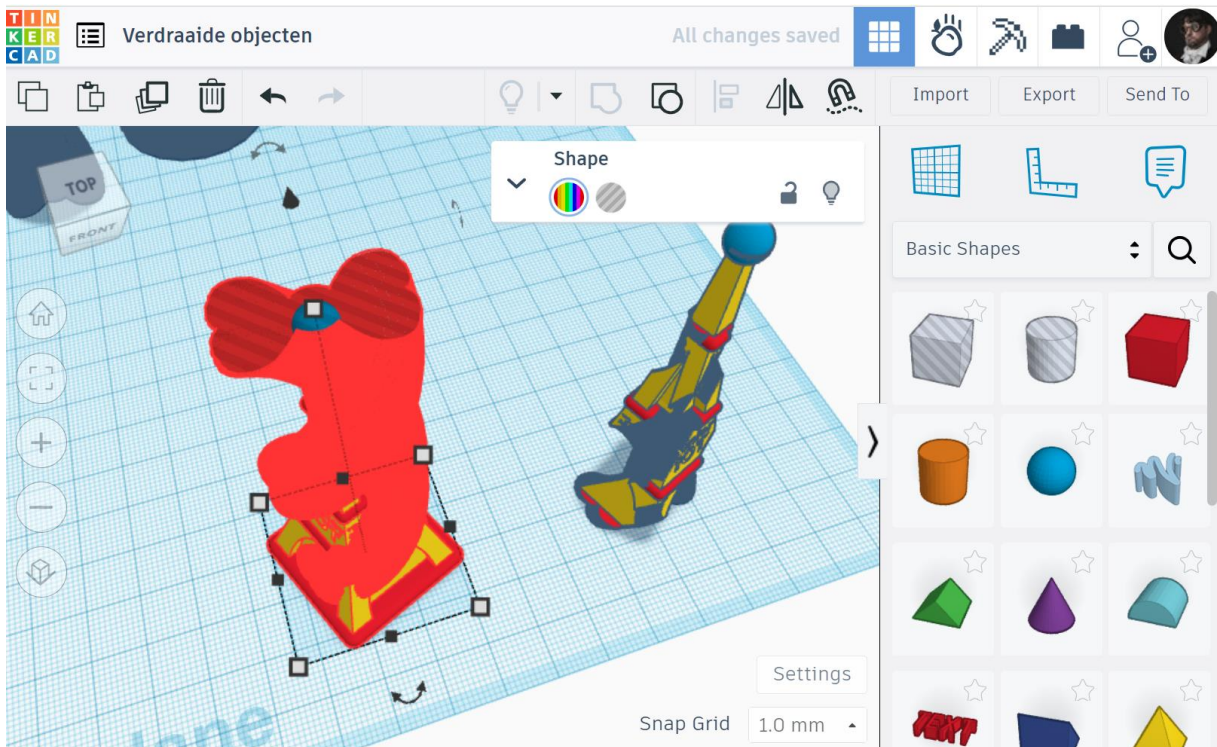


Gecentreerd ziet het er zo uit:

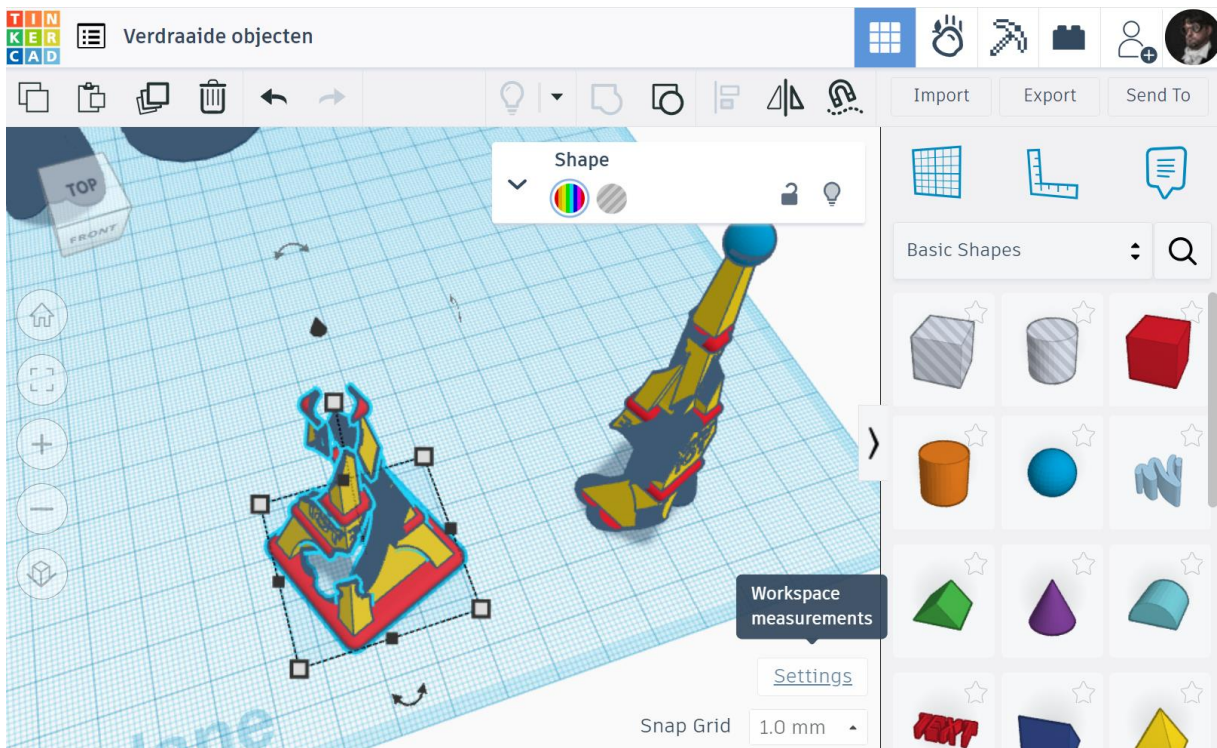


Voeg dit samen. Tinkercad heeft even tijd nodig om de vorm te bepalen.





Daarna toont Tinkercad jouw binnenkant object.



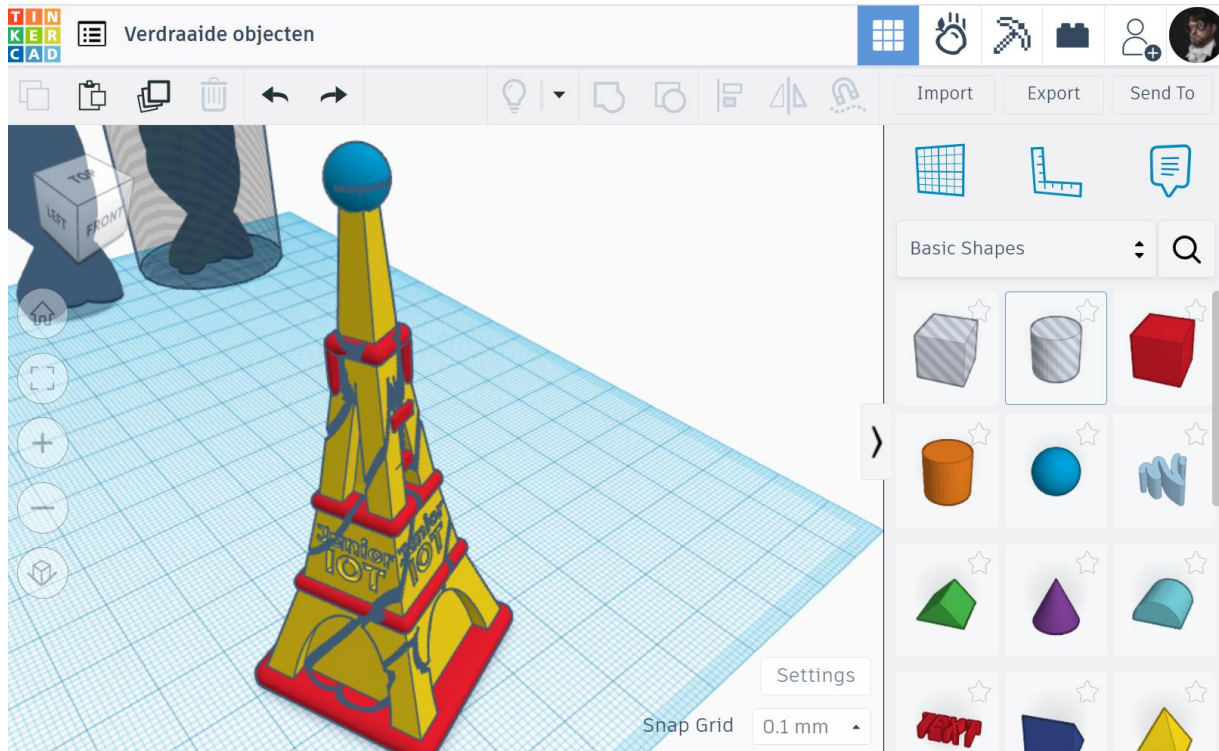
## Correcties



Als er bij je geknipte object onderdelen 'in de lucht zweven', dan kan je proberen om je ontwerp 30 of 45 graden te draaien voordat je knipt.

Verder kan je zwevende rommeltjes nog aan elkaar plakken of wegnippen in TinkerCad.

Ik vind het mooi om beide objecten netjes in elkaar te zetten.



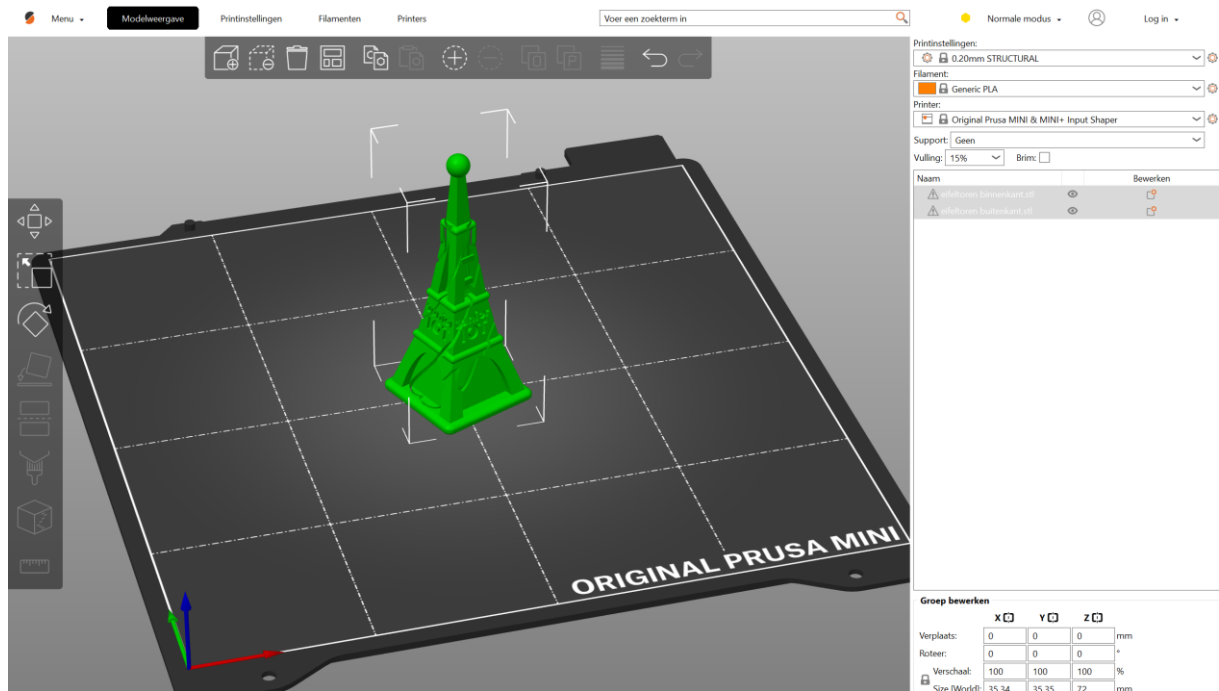
### **Exporteren voor de 3D printer**

Exporteer elk object als STL

### **Printen**

Als je de binnenkant en de buitenkant importeert naar Prusa Slicer, dan staan ze meteen mooi inelkaar geschoven. Ik denk dat je ze op deze manier prima kunt printen.

Het handigste is om je objecten te printen met de instelling '0,2 Structural'



## De verschillende pogingen en resultaten

### Poging #1

Marco heeft de vorm nagemaakt welke we zien aan de onderkant van het object in het filmpje. Eerst heeft hij dit in TinkerCad geprogrammeerd, omdat hij te lui was om het zoveel keer te kopiëren en te stapelen. Hij heeft uit veel onderdelen een ingewikkelde vorm gemaakt, waarbij de cirkels op maximaal detail stonden.

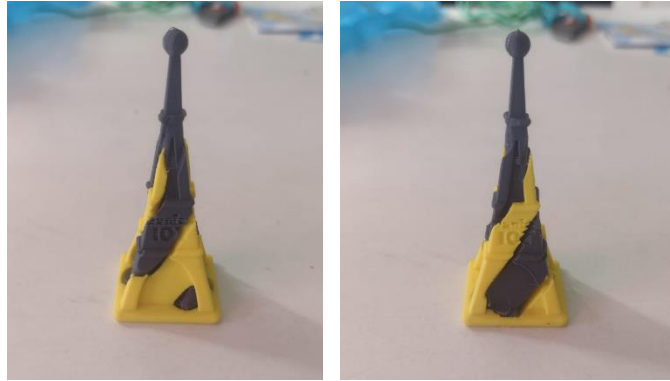
TinkerCad werd traag, en de export werkte niet vanuit de programmeeromgeving. Uiteindelijk heeft hij het met de hand getekend en gestapeld. TinkerCad werd traag en het lukte nog net om een voorbeeld object te knippen en te exporteren. De basisvorm mag veel eenvoudiger. Het ontwerp was relatief groot.

Marco had alleen rekening gehouden met horizontale tussenruimte. Mateo heeft de objecten op 50% geprint, en ontdekte dat met enige kracht beide objecten in elkaar getimmerd konden worden. Meer speling nodig.



## Poging #2

Marco heeft een nieuw ontwerp gemaakt. Het ontwerp was kleiner en gemaakt met meer tussenruimte. De basisvorm was veel eenvoudiger, cirkels in standaard ruwheid, en TinkerCad reageerde goed. Het was makkelijk om meerdere voorbeeld objecten te knippen en te exporteren.



Duco heeft een eerdere versie van het object op 100% geprint in geel/zwart. Hij heeft eerst de los zwevende rommels weggehaald. Het printen gaat goed, en de objecten passen met veel tussenruimte. De speling mag kleiner, wellicht de helft van zijn versie (1 mm alle kanten op en 5 graden verdraaiing beide kanten wordt dan 0,5 mm alle kanten op en 2,5 graden verdraaiing in beide richtingen, het blijkt dan mooier te werken). → de beschrijving in dit document is hierop aangepast.



*Let op. Deze teksten, uitleg, foto's etcetera en alles wat er bij komt, zijn copyright Junior IOT. Dat mag je niet verder delen, gebruiken, doorsturen. De uiteindelijke versie komt op de website waarbij duidelijke afspraken komen te staan over het delen.*