



# IO2-A2: EDUCATIEF LESPAKKET 3D PRINTEN



# 3D2ACT

**3D2ACT:**

**BEVORDERING VAN INDUSTRIE 4.0- EN 3D-TECHNOLOGIE  
VIA SOCIAAL ONDERNEMERSCHAP: INNOVATIEF  
PROGRAMMA VOOR EEN DUURZAME TOEKOMST**

**Auteur(s) NATIONAL CENTER FOR SCIENTIFIC RESEARCH "DEMOKRITOS"**

## IO2-A2: DUAAL EDUCATIEF PAKKET

### PROJECT INFORMATIE

**PROJECT ACRONIEM:**

3D2ACT

**PROJECT TITEL:**

BEVORDERING VAN INDUSTRIE 4.0 - EN 3D-TECHNOLOGIE VIA SOCIAAL  
ONDERNEMERSCHAP: INNOVATIEF PROGRAMMA VOOR EEN DUURZAME TOEKOMST

**PROJECT NUMMER:**

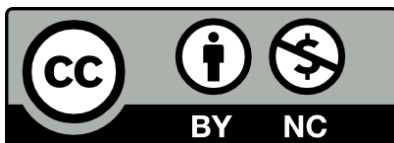
2020-1-EL01-KA202-078957

**WEBSITE:**

<https://3d2act.eu/>

**CONSORTIUM: PARTNERS**

- NATIONAL CENTER FOR SCIENTIFIC RESEARCH "DEMOKRITOS" (GREECE)
- EUROPEAN DIGITAL LEARNING NETWORK (Italy)
- POLITEKNIKA IKASTEGIA TXORIERRI S.COOP (Spain)
- A & A EMPHASYS INTERACTIVE SOLUTIONS Ltd (Cyprus)
- STICHTING INCUBATOR (Netherlands)
- REGIONAL DIRECTORATE EDUCATION OF CRETE (Greece)
- UNIVERSITY OF CRETE (Greece)



Attributie- Niet commercieel  
4.0 International ([CC BY-NC 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/))



## LES PLAN 1.2.1

ONDERWIJSMODULE 1.2.1	
<b>Hoofdstuk 1.1</b>	Designing and Acquiring 3D Models
<b>Apparatuur (indien nodig)</b>	PC met internet toegang Optioneel: Projector
<b>Tijdsduur</b>	1 uur
<b>Korte beschrijving</b>	In dit werkblad leren leerlingen de verschillende manieren die beschikbaar zijn voor het verwerven van 3D-modellen
<b>Leerdoelen</b>	<p>Zoeken naar specifieke 3D-modellen op basis van onze behoeften</p> <p>Wat is 3D-scannen en welke verschillende methoden bestaan hiervoor?</p> <p>Wat is fotogrammetrie en hoe werkt het?</p> <p>Hoe maak je een gratis account aan op Thingiverse</p> <p>Verbeelding, probleemoplossing, kritisch denken, aanpassingsvermogen, experimenteren, improvisatie, geduld</p>
<b>Activiteiten</b>	
<b>Activiteit 1</b>	Presentatie 1.2.1.1
<b>Doel van de activiteit</b>	Maak leerlingen vertrouwd met de verschillende manieren om 3D-modellen te verwerven
<b>Tijdsduur</b>	30 minuten
<b>Soort activiteit</b>	Presentatie
<b>Leerdoelen</b>	Maak een gratis account op een online repository, navigeer door de menu's. Vind antwoord op de vragen wat is 3D-scannen en wat is fotogrammetrie
<b>Bronnen</b>	Worksheet 1.2.1 / Presentation 1
<b>Activiteit 2</b>	
<b>Activiteit 2</b>	Oefening 1.2.1.1
<b>Tijdsduur</b>	15 minuten



<b>Soort activiteit</b>	Worksheet
<b>Leerdoelen</b>	Zoeken naar specifieke oplossingen voor een bepaald probleem
<b>Bronnen</b>	Worksheet 1.2.2 / Oefening 1
<b>Verder lezen</b>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ <a href="https://3space.com/blog/advantages-disadvantages-of-3d-laser-scanning/">https://3space.com/blog/advantages-disadvantages-of-3d-laser-scanning/</a></li> <li>○ <a href="https://www.youtube.com/watch?v=tap6NbuGeeg&amp;t=238s">https://www.youtube.com/watch?v=tap6NbuGeeg&amp;t=238s</a></li> <li>○ <a href="https://www.3d-scantech.com/what-is-photogrammetry-and-how-can-it-help-in-3d-scanning/">https://www.3d-scantech.com/what-is-photogrammetry-and-how-can-it-help-in-3d-scanning/</a></li> <li>○ <a href="https://www.youtube.com/watch?v=IWG_Zdsqyro&amp;t=14s">https://www.youtube.com/watch?v=IWG_Zdsqyro&amp;t=14s</a></li> </ul>

# Activiteiten Worksheet 1.2.1 (Versie voor de Leerkracht)

## Level 1 (Beginnersniveau: basiscompetenties)

### Hoofdstuk 1.2: 3D-modellen ontwerpen en verwerven

#### Activiteiten worksheet 1.2.1

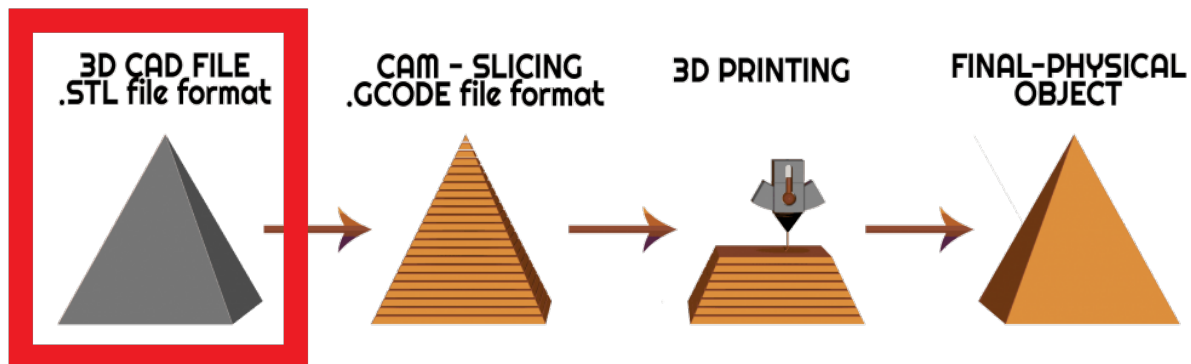
In deze activiteit leren we verschillende manieren waarop we .stl-bestanden kunnen verkrijgen. We leren hoe je gratis online repositories en de basisprincipes van 3D Scanning kunt gebruiken. Meer specifiek gaan we leren:

- Hoe maak je een gratis account aan op Thingiverse
- Zoeken naar specifieke 3D-modellen op basis van onze behoeften
- De theorie over 3D-scannen en de verschillende methoden om 3D te scannen
- De theorie van fotogrammetrie en hoe het werkt.

#### Presentatie 1

#### Verschillende manieren om 3D-modellen te verwerven

Zoals we in het vorige hoofdstuk zagen, is het eerste dat we nodig hebben in het proces van 3D-printen is een 3D-model. In dit hoofdstuk zullen we kijken naar verschillende manieren waarop we er een kunnen verkrijgen.



3D-modellen worden gemaakt met behulp van 3D-modelleringssoftware, meestal CAD-software (Computer-Aided Design) genoemd. De startende 3D-printende persoon beschikt echter nog vaak niet over de vaardigheden die nodig zijn om dergelijke software te gebruiken. Gelukkig zijn er andere oplossingen.

De belangrijkste manieren om aan 3D-modellen te komen die geschikt zijn om af te drukken, zijn:

- Kant-en-klare 3D-modellen die beschikbaar zijn in verschillende opslagplaatsen
- Een echt object in 3D te scannen
- Een 3D-model ontwerpen met behulp van CAD-software

Uiteraard kunnen we altijd een combinatie van bovenstaande manieren gebruiken. We kunnen bijvoorbeeld een kant-en-klaar 3D-model downloaden uit een opslagplaats dat we kunnen wijzigen door het te importeren in CAD-software. In de volgende paragrafen zullen we deze verschillende manieren om 3D-modellen te verkrijgen onder de loep nemen.

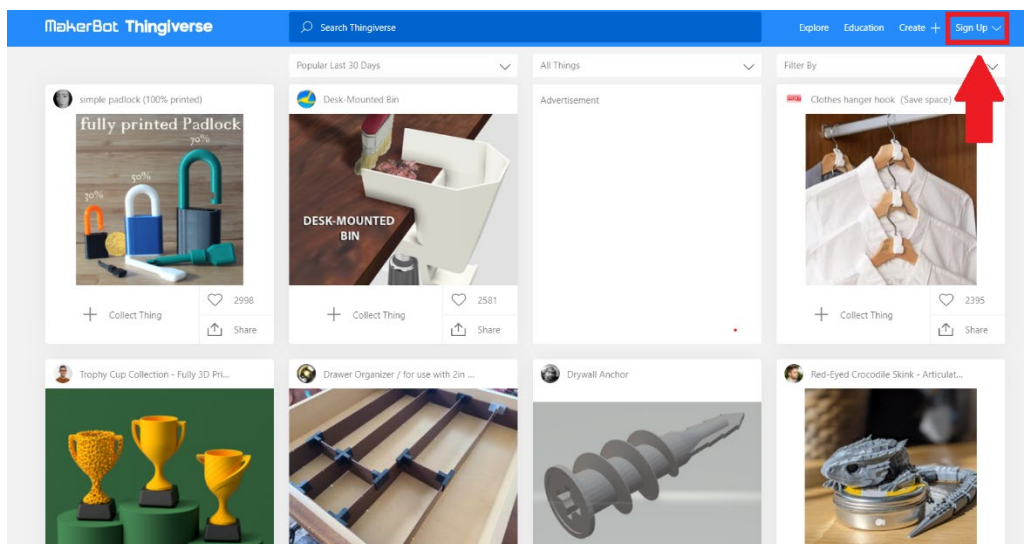
### 3D-modellen van (gratis) opslagplaatsen

Nu zoveel mensen de afgelopen jaren toegang hebben gekregen tot 3D-printers, zijn verschillende sites ontstaan die dienen als opslagplaats voor 3D-modellen. Op deze manier kan iedereen een model in handen krijgen zonder enige modelleervaardigheden.

De meest populaire sites zijn:

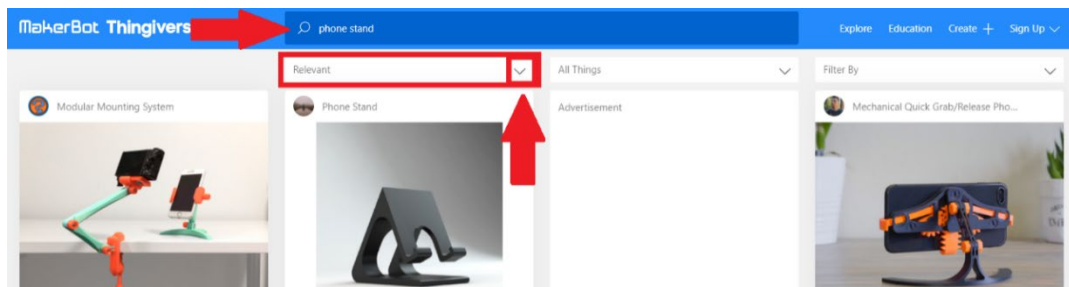
- Thingiverse (gratis)
- MyMiniFactory (veel gratis en sommige betaald)
- Cults3D (gratis en betaald)
- CGTrader (weinig gratis en meest betaald)
- PrusaPrinters (gratis)

In deze sectie zullen we zien hoe je de Thingiverse-opslag kunt gebruiken om 3D-modellen te verkrijgen die geschikt zijn voor 3D-printen. Om toegang te krijgen tot de Thingiverse moet je een bezoek brengen aan: <https://www.thingiverse.com/>.

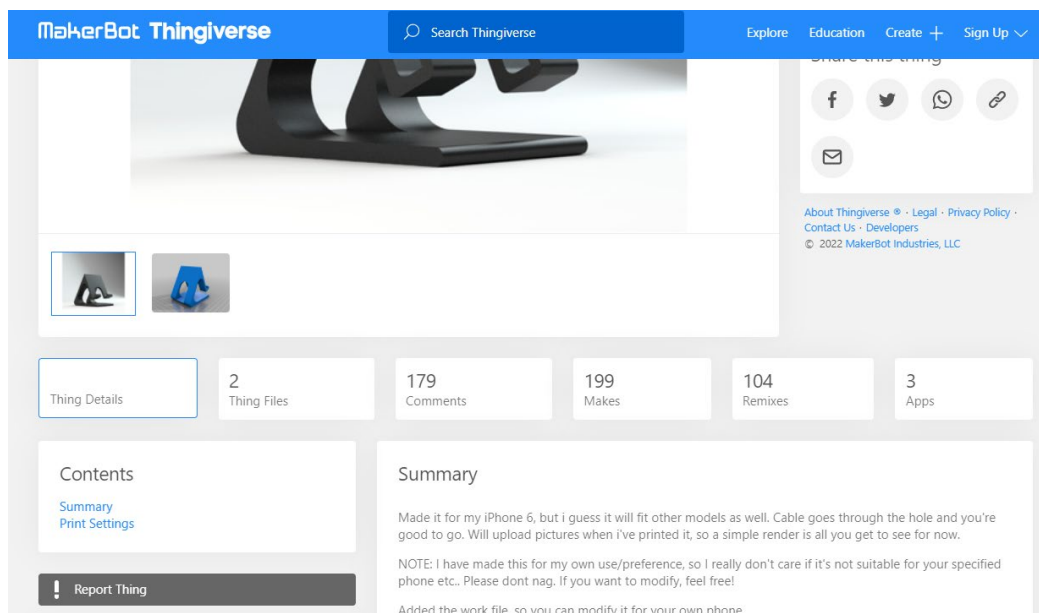


Rechtsboven op de website kun je een **gratis account** aanmaken. Deze stap is niet beslist nodig omdat je ook toegang hebt tot alle modellen zonder account maar we raden je aan er een te maken omdat het erg handig is. Met één account kun je je favoriete modellen opslaan en beheren, communiceren met makers en andere communityleden, maar het belangrijkste is dat je **je eigen modellen kunt delen** met de community.

Op de eerste pagina vind je de meest populaire 3D modellen van de afgelopen maand. Je kunt naar beneden scrollen om zoveel ideeën te ontdekken als je wilt, maar je kunt ook naar iets specifiek zoeken. Laten we aannemen dat je een model van een **telefoonstandaard** zoekt. Het enige dat je dan hoeft te doen, is "telefoonstandaard" in het zoekgebied te typen.



Je ziet een groot aantal resultaten gesorteerd op relevantie die je kunt sorteren op populariteit, de meeste downloads enz. door de optie in het vervolgkeuzemenu te wijzigen (zoals te zien in de afbeelding hierboven). Je kunt op elk gewenst model klikken om er meer informatie over verkrijgen

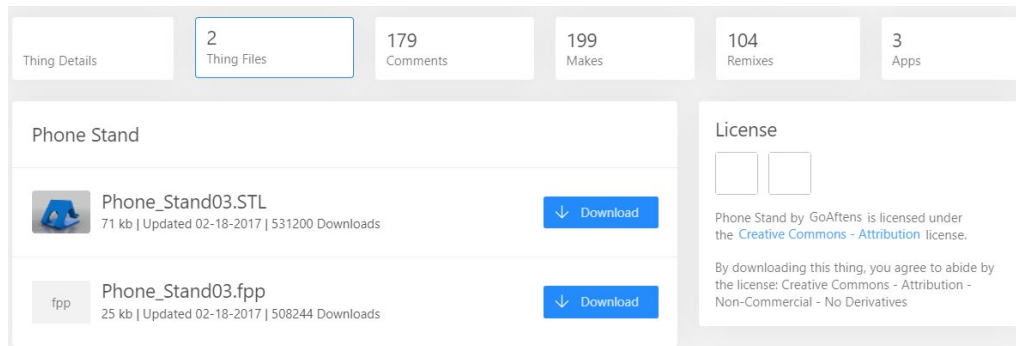


Je vindt veel details over elk model. Details zoals printtips, aanbevolen materialen enz. zijn te vinden onder de knop "Thing Details". De knop "Maken" verwijst naar afgedrukte items zoals geplaatst door leden van de community en toont hoe het object er afgedrukt uitziet. Onder de knop "Remixen" kun je modellen vinden die aanpassingen zijn aan het basismodel en die zijn



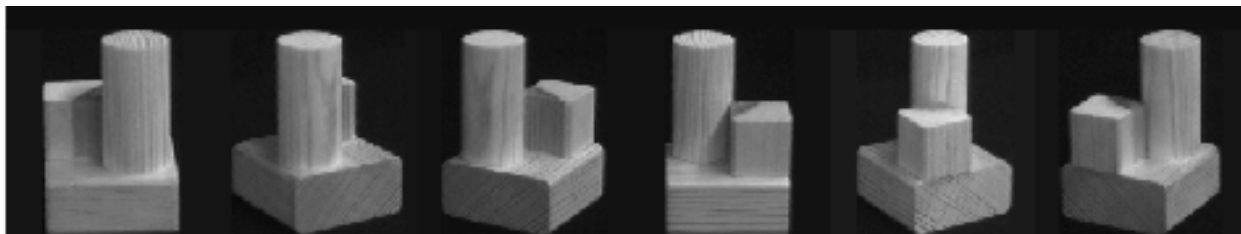
ontworpen door verschillende leden van de community. Op deze manier heb je direct toegang tot een groot aantal modellen die op elkaar lijken en door verschillende gebruikers zijn aangepast.

Als je ten slotte iets vindt dat je wilt afdrucken, klik je op de knop "Thing Files" waar je de benodigde bestanden vindt om ze te downloaden.



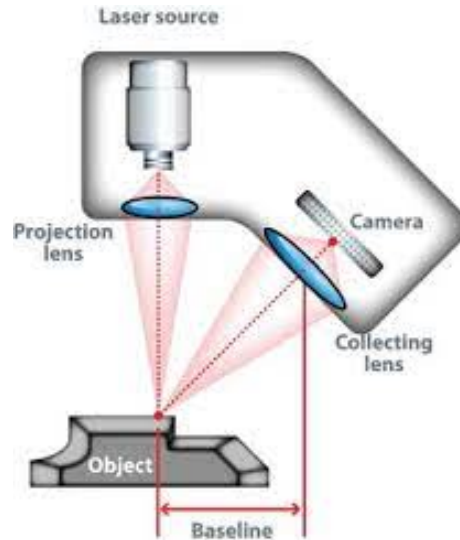
## 3D Scanning

3D-scannen is het proces van het **scannen van driedimensionale objecten of modellen in een computer**. Natuurlijk is het iets ingewikkelder dan met de oude 2D scanner, maar het algemene werkingsprincipe is eigenlijk vergelijkbaar. De scanner maakt **veel beelden** van het object dat hij scant en **voegt ze samen** om een coherent beeld te produceren, of in dit geval een 3D-model.



3D-scanners gebruiken, net als gewone 2D-papierscanners, op de een of andere manier **licht**, zoals bij **laserscanners**, die de vormen van een object verzamelen door laserstralen erop doelen af te vuren. Laserscanners leggen vormen vast door te berekenen hoe lang het duurt voordat de laserstraal de scanner verlaat en vervolgens het object raakt en **terugkaatst** naar de scanner. Anderen gebruiken **lasers in combinatie met een camera** om de exacte locatie van de lasermarkeringen te achterhalen die de scanner gebruikt om een afbeelding te construeren.





However, **not all light-based scanners use laser beams**. For example, you might have one 3D scanner on top of your TV. Some **gaming console kinetic systems use infrared light**; invisible to the eye, on your body while you are playing then it uses a **small infrared camera to determine your body's position** and whether it moves.

**Niet alle op licht gebaseerde scanners gebruiken echter laserstralen**. Je hebt bijvoorbeeld ook een 3D-scanner bovenop je tv. Sommige kinetische systemen van gameconsoles gebruiken infrarood licht; een kleine infraroodcamera helpt te bepalen waar je lichaam zich bevindt en of het beweegt. Dit licht is onzichtbaar voor het oog.



Een andere methode wordt **gestructureerd lichtscannen** genoemd. Dit maakt gebruik van **gewoon wit of blauw licht** dat in dunne lijnen op het object wordt afgevuurd om de vorm te bepalen op basis van de vervorming van de lijnen vanuit andere kijkhoeken.



Op licht gebaseerd 3D-scannen heeft echter zijn grenzen. Neem bijvoorbeeld optische muizen, die kunnen moeilijk volgen op glas of glanzende oppervlakken. Evenzo kunnen 3D-scanners die licht gebruiken problemen hebben met het scannen van objecten die transparant zijn of gemaakt zijn van sterk reflecterend materiaal.

In deze situaties is het vaak beter om een **contactscanner** te gebruiken. Deze scanners "raken" eigenlijk wat je ook probeert te scannen om erachter te komen hoe het eruit ziet. Door verschillende soorten sondes te gebruiken die aan scharnieren of gewrichten zijn bevestigd, kunnen ze een positie terugsturen naar de computer om een supernauwkeurig beeld van het oppervlak van een object te genereren



Een andere beperking van Laser 3D-scannen is de zichtlijn. Gezien de optische aard van 3D-laserscannen is het onmogelijk om een oppervlak te meten dat zich buiten het gezichtsveld van de scanner bevindt. Dit betekent dat verborgen of interne geometrie die niet zichtbaar is voor de scanner niet kan worden gemeten. Scans worden vanuit veel verschillende hoeken genomen om een compleet model te garanderen maar complexe geometrie kan nog steeds een probleem blijken te zijn, zoals vaak voorkomt bij gaten of schroefdraad.

## Fotogrammetrie

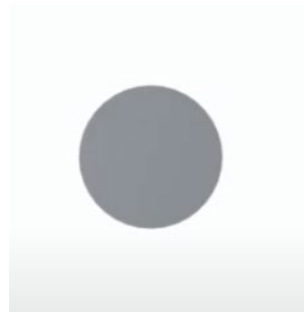
Een zeer interessante methode om objecten in 3D te scannen, is fotogrammetrie. Fotogrammetrie is een methode die afbeeldingen van een object gebruikt om 3D-coördinaten en geometrieën te creëren of te extraheren.

Hoe werkt fotogrammetrie?

Eerst maken we een **reeks foto's** vanuit verschillende hoeken. Vervolgens verkrijgen we 3D-coördinaten van het doelobject door middel van triangulatie.

Waarom maken we foto's vanuit verschillende hoeken?

Neem bijvoorbeeld de volgende reeks foto's. Wat zie je? Is het een cyclus?

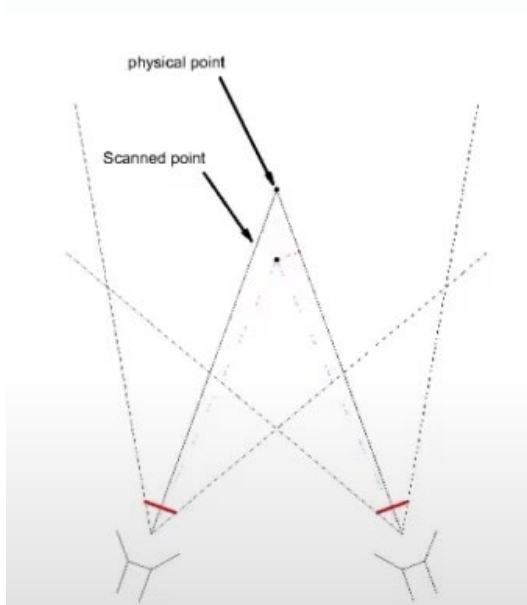


Misschien een cylinder?



Door een object vanuit verschillende hoeken te observeren, krijg je een volledig beeld. De verplaatsing van een object veroorzaakt door een verandering in het waarnemingspunt wordt **stereoscopische parallax** genoemd. Het wordt veroorzaakt door foto's te maken van hetzelfde object, maar vanuit verschillende observatiepunten.

**Triangulatie** kan vervolgens worden gebruikt **om onbekende waarden te berekenen** met een beperkt aantal hoeken en lengtes van een driehoek.



Op die manier kunnen we, door één object vanuit verschillende hoeken te fotograferen en die foto dan weer toe te voegen op een computer, een nauwkeurig 3D-model van het object verkrijgen.



## 3D Scanning met je smartphone

3D-scannen is iets dat zelfs met je smartphone kan! Als je een smartphone hebt, kun je één van de vele 3D-scan-apps downloaden die al op de markt zijn. In alle 3D-scantoeepassingen gelden dezelfde richtlijnen voor een succesvolle 3D-scan. De procedure van het 3D-scannen gaat min of meer als volgt:

- Je zet het object of de persoon die je wilt scannen eerst ergens neer waar je er omheen kunt lopen
- Vervolgens start je de scanprocedure zoals aangegeven door de app en verzamelen de sensoren van de camera van de mobiele telefoon alle benodigde gegevens
- Zodra het 3D-scannen is voltooid en de gegevens zijn verzameld, verandert de app ze in je digitale 3D-model. Daarna kun je het resultaat opslaan en 3D printen en gebruiken als avatar in Virtual Reality games of andere toepassingen.



In het volgende activiteitenwerkblad gaan we zien hoe we een 3D-model helemaal opnieuw kunnen ontwerpen met behulp van CAD-software.

### Oefening 1

Vraag de leerlingen om te zoeken naar 3D-modellen die ze in hun persoonlijke map willen opslaan.

Deze modellen zouden bij een bepaald thema moeten horen. Een thema zou bijvoorbeeld 'Kantoororganisatie' kunnen zijn en een potloodhouder, houders voor mobiele telefoons, documentendozen enz. kunnen zijn. Een ander thema kan keukenaccessoires zijn, je kunt het zo raar niet bedenken.

### Naslag

- <https://3space.com/blog/advantages-disadvantages-of-3d-laser-scanning/>
- <https://www.youtube.com/watch?v=tap6NbuGeeg&t=238s>
- <https://www.3d-scantech.com/what-is-photogrammetry-and-how-can-it-help-in-3d-scanning/>
- [https://www.youtube.com/watch?v=IWG\\_Zdsqyro&t=14s](https://www.youtube.com/watch?v=IWG_Zdsqyro&t=14s)

# Activiteiten Worksheet 1.2.1 (Versie voor de Student)

## Level 1 (Beginnersniveau: basiscompetenties)

### Hoofdstuk 1.2: 3D-modellen ontwerpen en verwerven

#### Activiteiten worksheet 1.2.1

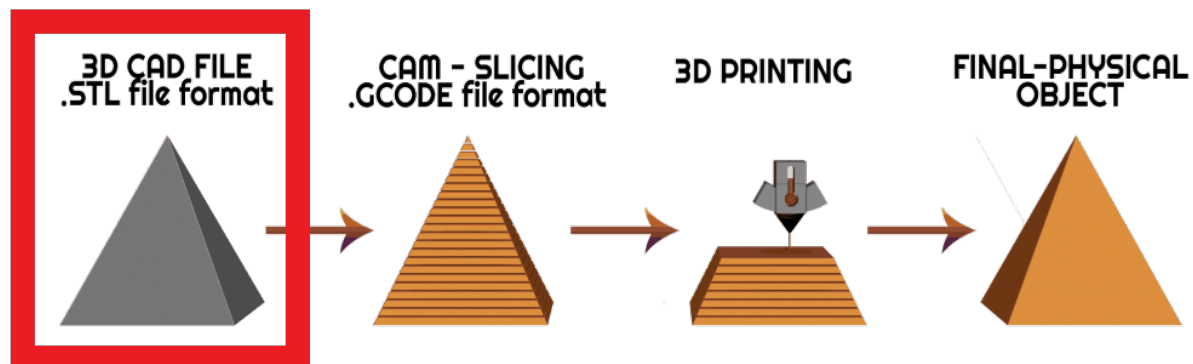
In dit werkblad leren we verschillende manieren waarop we .stl-bestanden kunnen verkrijgen. We leren hoe je gratis online opslag en de basisprincipes van 3D Scanning kunt gebruiken. Meer specifiek gaan we leren:

- Hoe maak je een gratis account aan op Thingiverse
- Specifieke 3D-modellen op basis van onze behoeften zoeken
- Wat 3D-scannen is en op welke manieren dat kan
- Wat fotogrammetrie is en hoe dat werkt.

#### Presentatie 1

#### Verschillende manieren om 3D-modellen te verwerven

Zoals we in het vorige hoofdstuk zagen, is het eerste dat we nodig hebben om het proces van 3D-printen te starten een 3D-model. In dit hoofdstuk zullen we kijken naar verschillende manieren waarop we die kunnen verkrijgen.



3D-modellen worden gemaakt met behulp van 3D-modelleringssoftware, meestal CAD-software (Computer-Aided Design) genoemd. De startende 3D-printende persoon beschikt echter nog vaak niet over de vaardigheden die nodig zijn om dergelijke software te gebruiken. Gelukkig zijn er andere oplossingen.

De belangrijkste manieren om aan 3D-modellen te komen die geschikt zijn om af te drukken, zijn:

- Kant-en-klare 3D-modellen die beschikbaar zijn in verschillende opslagplaatsen
- Een echt object in 3D te scannen
- Een 3D-model ontwerpen met behulp van CAD-software

Uiteraard kunnen we altijd een combinatie van bovenstaande manieren gebruiken. We kunnen bijvoorbeeld een kant-en-klaar 3D-model downloaden uit een opslagplaats dat we kunnen wijzigen door het te importeren in CAD-software. In de volgende paragrafen zullen we deze verschillende manieren om 3D-modellen te verkrijgen onder de loep nemen.

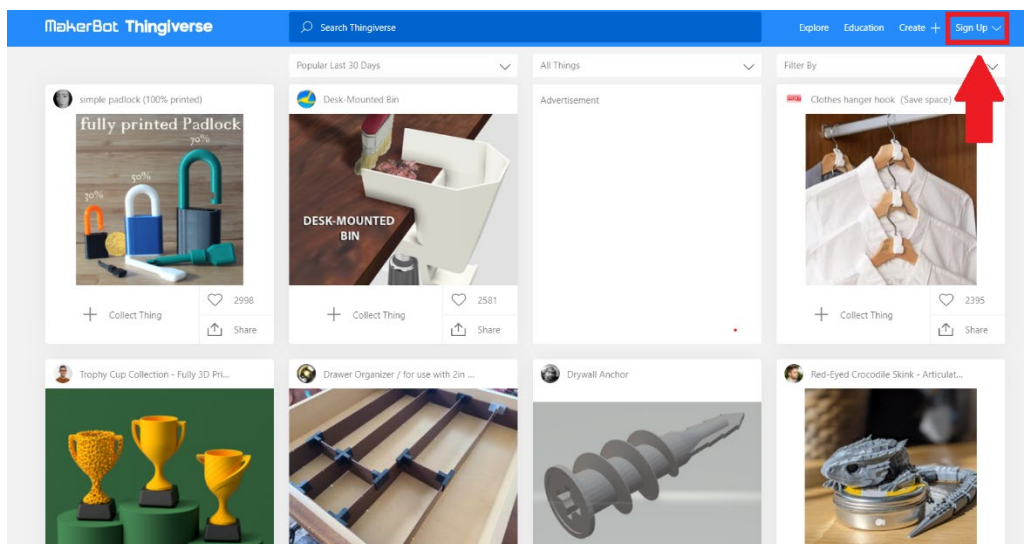
### 3D-modellen van (gratis) opslagplaatsen

Nu zoveel mensen de afgelopen jaren toegang hebben gekregen tot 3D-printers, zijn verschillende sites ontstaan die dienen als opslagplaats voor 3D-modellen. Op deze manier kan iedereen een model in handen krijgen zonder enige modelleervaardigheden.

De meest populaire sites zijn:

- Thingiverse (gratis)
- MyMiniFactory (veel gratis en sommige betaald)
- Cults3D (gratis en betaald)
- CGTrader (weinig gratis en meest betaald)
- PrusaPrinters (gratis)

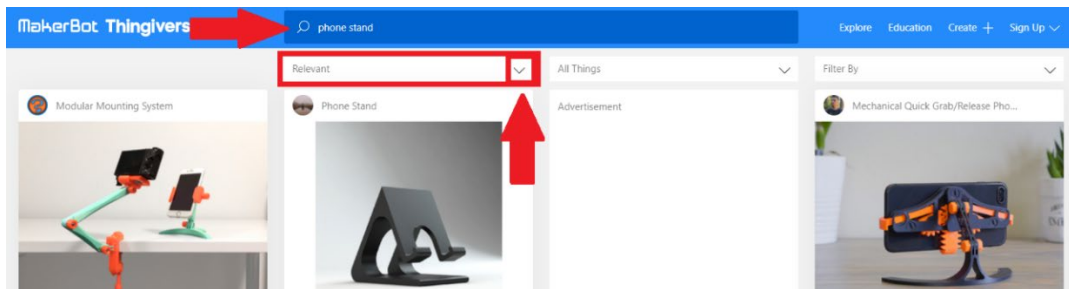
In deze worksheet zullen we zien hoe je de Thingiverse-opslag kunt gebruiken om 3D-modellen te verkrijgen die geschikt zijn voor 3D-printen. Om toegang te krijgen tot de Thingiverse moet je een bezoek brengen aan: <https://www.thingiverse.com/>.



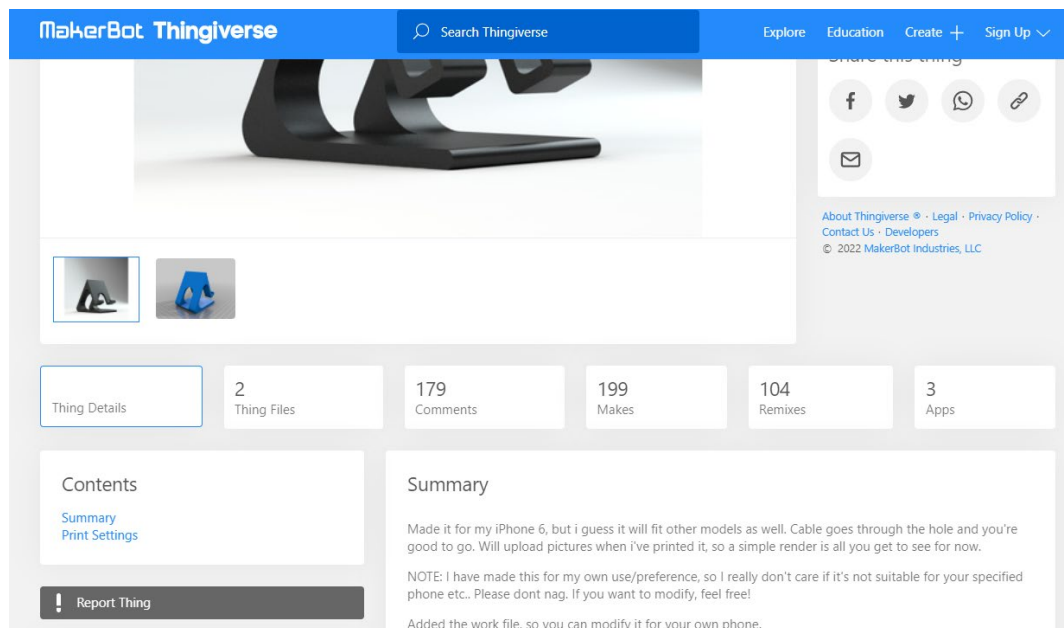


Rechtsboven op de website kun je een **gratis account** aanmaken. Deze stap is niet beslist nodig omdat je ook toegang hebt tot alle modellen zonder account maar we raden je aan er een te maken omdat het erg handig is. Met één account kun je je favoriete modellen opslaan en beheren, communiceren met makers en andere communityleden, maar het belangrijkste is dat je **je eigen modellen kunt delen** met de community.

Op de eerste pagina vind je de meest populaire 3D modellen van de afgelopen maand. Je kunt naar beneden scrollen om zoveel ideeën te ontdekken als je wilt, maar je kunt ook naar iets specifiek zoeken. Laten we aannemen dat je een model van een **telefoonstandaard** zoekt. Het enige dat je dan hoeft te doen, is “telefoonstandaard” in het zoekgebied te typen.



Je ziet een groot aantal resultaten gesorteerd op relevantie die je kunt sorteren op populariteit, de meeste downloads enz. door de optie in het vervolgkeuzemenu te wijzigen (zoals te zien in de afbeelding hierboven). Je kunt op elk gewenst model klikken om er meer informatie over verkrijgen.

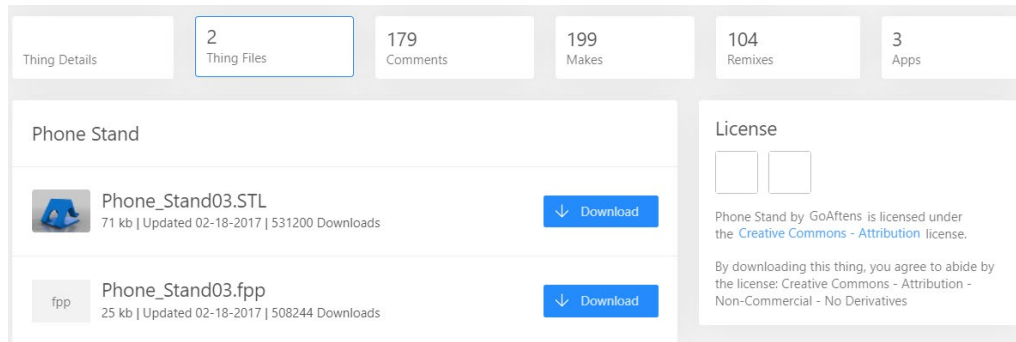


Je vindt veel details over elk model. Details zoals printtips, aanbevolen materialen enz. zijn te vinden onder de knop "Thing Details". De knop "Maken" verwijst naar afgedrukte items zoals geplaatst door leden van de community en toont hoe het object er afgedrukt uitziet. Onder de



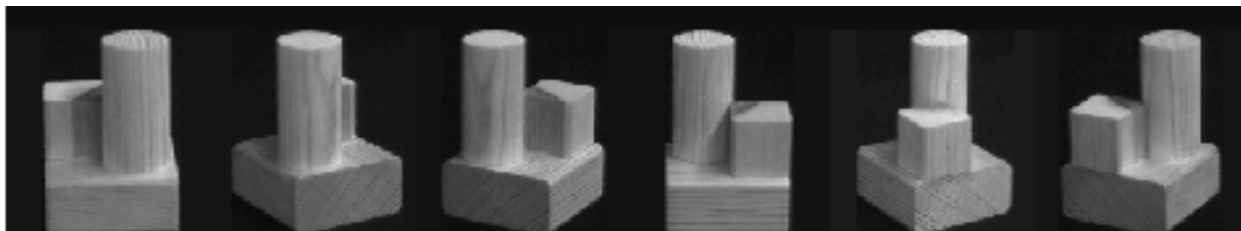
knop "Remixen" kun je modellen vinden die aanpassingen zijn aan het basismodel en die zijn ontworpen door verschillende leden van de community. Op deze manier heb je direct toegang tot een groot aantal modellen die op elkaar lijken en door verschillende gebruikers zijn aangepast.

Als je ten slotte iets vindt dat je wilt afdrucken, klik je op de knop "Thing Files" waar je de benodigde bestanden vindt om ze te downloaden.



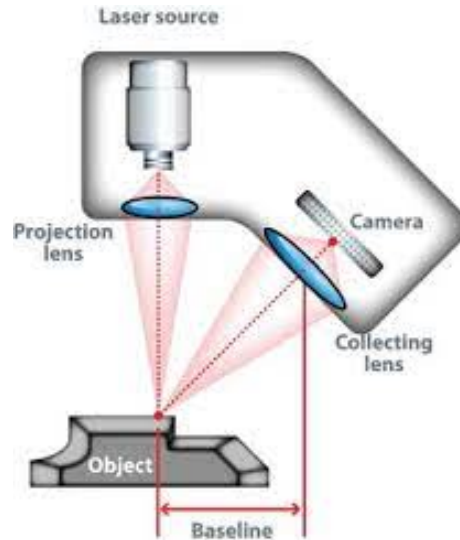
## 3D Scanning

3D-scannen is het proces van het **scannen van driedimensionale objecten of modellen in een computer**. Natuurlijk is het iets ingewikkelder dan met de oude 2D scanner, maar het algemene werkingsprincipe is eigenlijk vergelijkbaar. De scanner maakt **veel beelden** van het object dat hij scant en **voegt ze samen** om een coherent beeld te produceren, of in dit geval een 3D-model.



3D-scanners gebruiken, net als gewone 2D-papier-scanners, op de een of andere manier **licht**, zoals bij **laserscanners**, die de vormen van een object verzamelen door laserstralen erop doelen af te vuren. Laserscanners leggen vormen vast door te berekenen hoe lang het duurt voordat de laserstraal de scanner verlaat en vervolgens het object raakt en **terugkaatst** naar de scanner. Anderen gebruiken **lasers in combinatie met een camera** om de exacte locatie van de lasermarkeringen te achterhalen die de scanner gebruikt om een afbeelding te construeren.

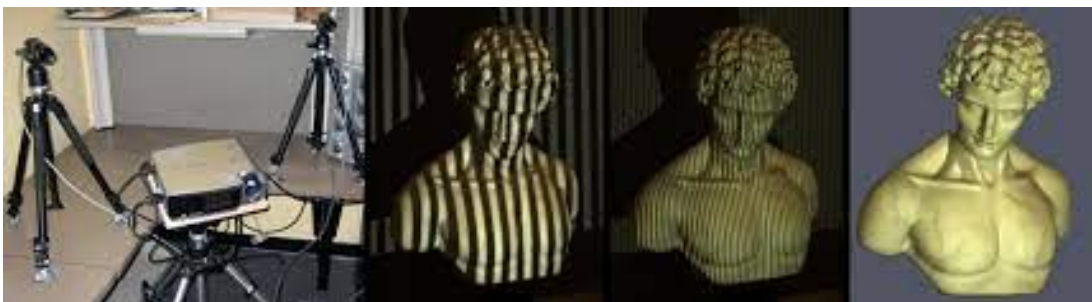




**Niet alle op licht gebaseerde scanners gebruiken echter laserstralen.** Je hebt bijvoorbeeld ook een 3D-scanner bovenop je tv. Sommige kinetische systemen van gameconsoles gebruiken infrarood licht; een kleine infraroodcamera helpt te bepalen waar je lichaam zich bevindt en of het beweegt. Dit licht is onzichtbaar voor het oog.



Een andere methode wordt **gestructureerd lichtscannen** genoemd. Dit maakt gebruik van **gewoon wit of blauw licht** dat in dunne lijnen op het object wordt afgevuurd om de vorm te bepalen op basis van de vervorming van de lijnen vanuit andere kijkhoeken.



**Op licht gebaseerd 3D-scannen heeft echter zijn grenzen.** Neem bijvoorbeeld optische muizen, die kunnen moeilijk volgen op glas of glanzende oppervlakken. Evenzo kunnen 3D-scanners die licht gebruiken problemen hebben met het scannen van objecten die transparant zijn of gemaakt zijn van sterk reflecterend materiaal.



In deze situaties is het vaak beter om een **contactscanner** te gebruiken. Deze scanners "raken" eigenlijk wat je ook probeert te scannen om erachter te komen hoe het eruit ziet. Door verschillende soorten sondes te gebruiken die aan scharnieren of gewrichten zijn bevestigd, kunnen ze een positie terugsturen naar de computer om een supernauwkeurig beeld van het oppervlak van een object te genereren



Een andere beperking van Laser 3D-scannen is de zichtlijn. Gezien de optische aard van 3D-laserscannen is het onmogelijk om een oppervlak te meten dat zich buiten het gezichtsveld van de scanner bevindt. Dit betekent dat verborgen of interne geometrie die niet zichtbaar is voor de scanner niet kan worden gemeten. Scans worden vanuit veel verschillende hoeken genomen om een compleet model te garanderen maar complexe geometrie kan nog steeds een probleem blijken te zijn, zoals vaak voorkomt bij gaten of schroefdraad.

## Fotogrammetrie

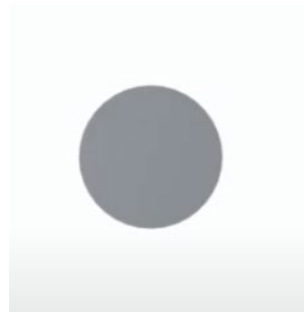
Een zeer interessante methode om objecten in 3D te scannen, is fotogrammetrie. Fotogrammetrie is een methode die afbeeldingen van een object gebruikt om 3D-coördinaten en geometrieën te creëren of te extraheren.

Hoe werkt fotogrammetrie?

Eerst maken we een **reeks foto's** vanuit verschillende hoeken. Vervolgens verkrijgen we 3D-coördinaten van het doelobject door middel van triangulatie.

Waarom maken we foto's vanuit verschillende hoeken?

Neem bijvoorbeeld de volgende reeks foto's. Wat zie je? Is het een cyclus?

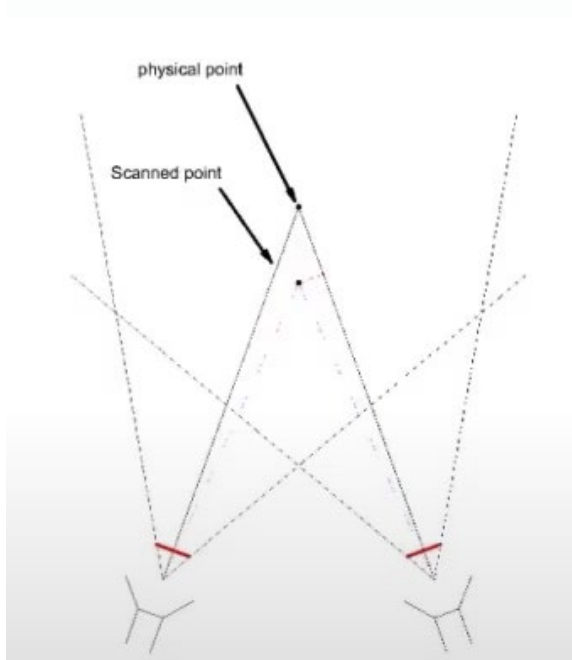


Misschien een cylinder?



Door een object vanuit verschillende hoeken te observeren, krijg je een volledig beeld. De verplaatsing van een object veroorzaakt door een verandering in het waarnemingspunt wordt **stereoscopische parallax** genoemd. Het wordt veroorzaakt door foto's te maken van hetzelfde object, maar vanuit verschillende observatiepunten.

**Triangulatie** kan vervolgens worden gebruikt **om onbekende waarden te berekenen** met een beperkt aantal hoeken en lengtes van een driehoek.



Op die manier kunnen we, door één object vanuit verschillende hoeken te fotograferen en die foto dan weer toe te voegen op een computer, een nauwkeurig 3D-model van het object verkrijgen.



### 3D Scanning met je smartphone

3D-scannen is iets dat zelfs met je smartphone kan! Als je een smartphone hebt, kun je één van de vele 3D-scan-apps downloaden die al op de markt zijn. In alle 3D-scantoeepassingen gelden dezelfde richtlijnen voor een succesvolle 3D-scan. De procedure van het 3D-scannen gaat min of meer als volgt:

- Je zet het object of de persoon die je wilt scannen eerst ergens neer waar je er omheen kunt lopen
- Vervolgens start je de scanprocedure zoals aangegeven door de app en verzamelen de sensoren van de camera van de mobiele telefoon alle benodigde gegevens
- Zodra het 3D-scannen is voltooid en de gegevens zijn verzameld, verandert de app ze in je digitale 3D-model. Daarna kun je het resultaat opslaan en 3D printen en gebruiken als avatar in Virtual Reality games of andere toepassingen.



In het volgende activiteitenwerkblad gaan we zien hoe we een 3D-model helemaal opnieuw kunnen ontwerpen met behulp van CAD-software.