

# Docentenhandleiding

## 3D-print activiteit

### T. rex 'Trix van Naturalis'

Beste docent,

Voor je ligt de docentenhandleiding voor de 3D-print activiteit.  
In dit document vind je meer informatie over:

- De opbouw van de activiteit
- Achtergrondinformatie over T. rex Trix van Naturalis
- De prints
- Verwijzingen naar de benodigde bronnen en handige tips

Deel de les naar eigen inzicht in. Ga aan de slag met een andere printer zolang de printer in werking is. In totaal zijn de leerlingen ongeveer een dagdeel effectief bezig met de les.

Neem bij inhoudelijke vragen contact op met Matthijs Graner (Naturalis) via [matthijs.graner@naturalis.nl](mailto:matthijs.graner@naturalis.nl). Bij vragen over het printen kun je contact opnemen met je lokale technische support team via deze link: [www.ultimaker.com/en/company/what-support-means-to-us](http://www.ultimaker.com/en/company/what-support-means-to-us)

Heel veel plezier met het printen en onderzoeken!

Met vriendelijke groet,

**Matthijs Graner**

Educatief ontwikkelaar Naturalis

# Korte omschrijving activiteit

Tijdens de activiteit print je stuk voor stuk botten van Trix. Leerlingen verwonderen zich over wat er uit de printer komt. Ze denken na over wat het zijn, waarvan het is en waar het hoort. Ze denken na over vorm en functie en kunnen berekeningen doen aan stap- en schaalgrootte. Uiteindelijk zetten de leerlingen Trix in elkaar tot een model (schaal 1:15), voor in de klas.



## Doelgroep

Bovenbouw basisonderwijs (groep 5-8).

## Doelen

- Leerlingen leren over de vorm en functie van dinosaurusbotten en het skelet als geheel en leggen verband tussen botten van dieren van nu en hun eigen skelet
- Leerlingen beschrijven globaal hoe T. rex leefde (voortbeweging, stapgrootte, lichaamsgrootte etc.)
- Leerlingen leren wat wetenschappelijk onderzoek is en dat de wetenschap niet alle antwoorden heeft
- Leerlingen leren over de mogelijkheden van 3D printen met betrekking tot het produceren van botten en het gebruik ervan in de praktijk

## Aansluiting kerndoelen

De les sluit aan bij kerndoel 41\* en is eventueel uit te breiden met meetkundige opdrachten waardoor de les ook bij de kerndoelen 32\*\* en 33\*\*\* aansluit.

41\* De leerlingen leren over de bouw van planten, dieren en mensen en over de vorm en functie van hun onderdelen.

32\*\* De leerlingen leren eenvoudige meetkundige problemen op te lossen.

33\*\*\* De leerlingen leren meten en leren te rekenen met eenheden en maten, zoals bij tijd, geld, lengte, omtrek, oppervlakte, inhoud, gewicht, snelheid en temperatuur.

# Lesplan

Je hebt toegang tot de 3D scans ([www.youmagine.com/designs/trix-in-parts](http://www.youmagine.com/designs/trix-in-parts)) van de botten van Trix in klein formaat. Je print de botten in de klas. Kiest zelf of je uiteindelijk elk onderdeel print, of dat een deel van het skelet uit de printers rolt. De tweede optie raakt meer aan de werkelijkheid, aangezien er nog nooit een compleet T. rex skelet is gevonden.

## Stap 1 (duur: ± 3 uur)

Om verwondering te creëren zet je aan het begin van de activiteit een print van een onderdeel van Trix' skelet aan: de onderkant van het bekken (zie foto), zonder enige inhoudelijke informatie aan de leerlingen te geven. De leerlingen vragen zich af wat er geprint wordt. Ze zijn nieuwsgierig, maar weten alleen dat de print het begin van een leuke activiteit is, waarbij nog meer geprint zal worden.



## Stap 2 (duur: ± 15 minuten)

Bespreek de eerste print klassikaal. Wat valt je op? Waar lijkt het op? Waar hoort het? Wat kun je er mee? Antwoorden zijn er nog niet. Vraag aan de leerlingen of het een onderdeel van een groter geheel is.

## Stap 3 (duur: ± 8 uur)

Print vervolgens drie onderdelen: de armen/schouderbladen, de achterpoten en een stuk staart.

## Stap 4 (duur: 1 uur)

De leerlingen komen steeds meer te weten door in groepjes de afzonderlijke prints te onderzoeken en er informatie over te vergaren. Iedereen krijgt alle vier de onderdelen te zien en onderzoekt ze. Ze tekenen/knutselen hoe zij denken dat het dier eruit heeft gezien dat bij hun bot hoort. De tekeningen zullen verschillen. Je laat zien dat er veel mogelijkheden zijn. Hoe komen we er nu achter hoe het dier er echt uit heeft gezien?

## Stap 5 (duur: 30 minuten)

Niet alle stukken worden geprint. Waarom niet? In werkelijkheid vindt men ook niet alle botten terug. Leerlingen bekijken filmpjes van o.a. paleontoloog Anne Schulp over hoe een opgraving in zijn werk gaat. Deze filmpjes zijn te vinden op het eiland 'Opgravia' in de Verwonderwereld ([www.verwonderpaspoort.nl/dino](http://www.verwonderpaspoort.nl/dino)) van het Verwonderpaspoort.

## Stap 6 (duur: afhankelijk van het aantal prints)

Welke delen missen de leerlingen nog? Wanneer de vragen over vorm/functie goed zijn beantwoord, er een dier is geknutseld/bedacht en de filmpjes van Anne zijn bekeken en klassikaal besproken, kun je besluiten om nog meer of zelfs alle botten te printen. Telkens wanneer een deel geprint wordt, passen de leerlingen op basis daarvan hun tekening aan.

## Stap 7 (duur: 1 uur)

Zet Trix in elkaar als alles geprint is. De onderdelen kunnen aan elkaar gelijmd worden. Als afsluitende opdracht bouwen de leerlingen de leefomgeving van Trix na met veel verschillende materialen (papier, takken, hout etc.) waarin uiteindelijk het geprinte skelet kan worden 'tentoongesteld'. Wanneer slechts enkele delen van Trix geprint zijn om de werkelijkheid na te bootsen, kan juist de opgravingsplek worden gebouwd, waarbij de botten verspreid en half begraven tentoongesteld kunnen worden.

Als alternatief kan de activiteit klassikaal afgesloten worden met een discussie over Trix. Hoe leefde zij? In wat voor omgeving? Wat at ze? etc. Wil je Trix in het echt zien? Ga dan naar Naturalis (met de klas of op eigen gelegenheid). Hier is Trix tot en met 5 juni 2017 te zien. Daarna gaat ze op reis door Europa en Azië en krijgt ze eind 2018 haar laatste rustplaats in het nieuwe museum.

## Stap 8 (optioneel)

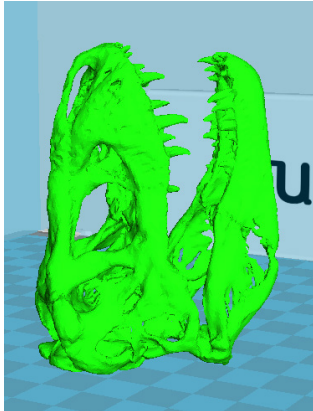
Willen de leerlingen meer te weten komen over Naturalis en de dinosaurussen? Laat ze dan naar de open wereld van het Verwonderpaspoort surfen. Dit kan ook klassikaal. Hier bekijken ze allerlei filmpjes, voeren ze proefjes uit en gaan ze op zoek naar een schat. Ook leuk om te kijken is de aflevering van Klokhuys ([www.hetklokhuys.nl/tv-uitzending/184/Dinosaurius](http://www.hetklokhuys.nl/tv-uitzending/184/Dinosaurius)) over dinosaurussen.

# De prints

Hieronder vind je het overzicht van de zeven objecten die geprint kunnen worden. De foto's zijn geplaatst in de oriëntatie waarin je ze kunt printen.

## De kop van Trix

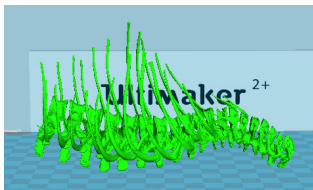
Printtijd: ± 4 uur



Dit is de kop van Trix. In werkelijkheid is de schedel anderhalve meter lang. In de onderkaak zijn grote gaten te zien. Wetenschappers hebben ontdekt dat ze hier zeer waarschijnlijk is gebeten door een andere T. rex. Vooraan op haar snuit (aan de rechterzijde) is een klein gaatje onder het neusgat te zien. Trix heeft hier waarschijnlijk een nare ontsteking gehad, die nooit mooi geheeld is, maar er al wel heel lang zat. Aan haar kop kun je zien dat ze een vrouwtje is. Ze heeft namelijk hele dikke dijbenen. De dikke wenkbrauwen verraden dat het een oud individu is. Bij mannen zijn ze veel kleiner (net als de rest van het lichaam). De bijtkracht van een T. rex is ongeveer 6000kg. Het zou dus voelen alsof er zes auto's op je zouden staan!

## Wervels en ribben

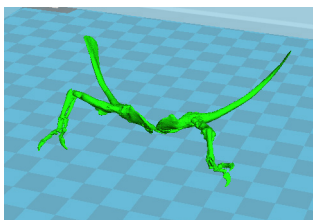
Printtijd: ± 7 uur



Er zijn van Trix heel veel wervels en ribben gevonden. T. rex had ook zogenaamde buikribben (niet in print aanwezig). Deze buikribben beschermden het dier tegen bijvoorbeeld de hoorns van de Triceratops.

## Armen en schouderbladen

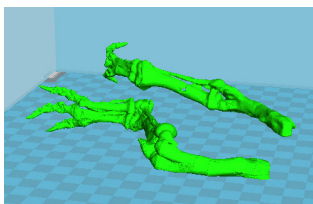
Printtijd: ± 1 uur



De armen van T. rex waren erg klein, ongeveer zo groot als de armen van een 7-jarig kind, maar ze kon er wel 300kg mee tillen! De spieren die hiervoor nodig waren zaten vast aan de lange schouderbladen. Er zaten twee scherpe klauwen aan iedere arm, waar ze waarschijnlijk haar prooi mee kon openscheuren. Onderzoekers denken dat ze de armen ook gebruikten om een partner mee vast te houden tijdens de voortplanting.

## Poten

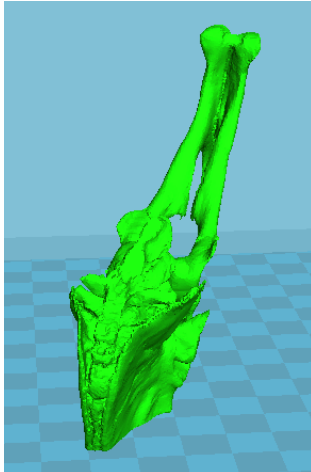
Printtijd: ± 4,5 uur



De achterpoten van T. rex waren enorm groot en hebben de vorm van een kippenpoot (vergelijk ze maar eens). Erg hard kon ze er niet mee lopen. Wetenschappers denken ongeveer 20 km/uur, je zou haar op de fiets dus voor kunnen blijven.

## Heupen

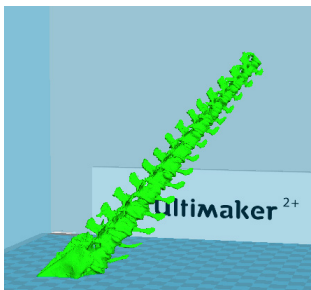
Printtijd: ± 6 uur



De heupen van T. rex waren enorm groot. Het bestaat net als bij de mens uit grofweg twee keer drie delen (links en rechts): het darmbeen, het schaambeen en het zitbeen. Het darmbeen zit helemaal bovenaan en omklemt de wervels. Het darmbeen heet zo, omdat het bij ons mensen als een soort kom de darmen vasthoudt, bij een T. rex is dat niet het geval. Het schaambeen zit bij de mens aan de voorkant, maar steekt bij de T. rex bijna recht naar beneden als een soort anker en is erg groot. Het zitbeen steekt naar achter en zit onder de staart. Het bood mogelijk bescherming van het achterwerk en diende wellicht als een soort bescherming voor de eieren, zodat deze niet kapot vielen op de grond. Bij de mens is het zitbeen goed te voelen wanneer je bij iemand op schoot zit. Het zit aan de onderkant van onze billen.

## Staart begin

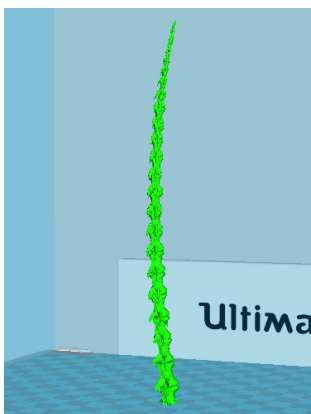
Printtijd: ± 7 uur



De staart van een T. rex is erg lang, zodat ze gemakkelijk in evenwicht blijft. Haar kop is namelijk erg zwaar. In dit deel van haar staart heeft Trix een scheve wervel. Hierdoor liep haar staart mogelijk een klein beetje scheef. Misschien had ze daardoor ook wel pijn en moeite met lopen.

## Staart eind

Printtijd: ± 2 uur



Dit is het uiteinde van Trix haar staart. We weten niet zeker hoeveel staartwervels een T. rex heeft gehad, want er is nooit een complete staart gevonden. We hebben gekeken naar andere skeletten van T. rex, waarvan de staarten iets completer zijn gevonden. We denk dat Trix 42 staartwervels heeft gehad, maar de botjes aan het einde van de staart en enkele wervels midden in de staart, zijn niet gevonden.

# Het verhaal van Trix

## Paspoort

Naam:	Trix
Soort:	Tyrannosaurus rex (koning van de tiranhagedissen)
Geslacht:	waarschijnlijk vrouwelijk
Lengte:	tot 13 meter
Gewicht:	tot 5000 kilo
Leefperiode:	late Krijt, 67,5 tot 66,0 miljoen jaar geleden
Leefgebied:	Westelijk Noord-Amerika

## Expeditie

Van 30 augustus tot en met 8 september 2013 groef Naturalis een Tyrannosaurus rex op. Dit gebeurde in Montana, Amerika, in samenwerking met het Black Hills Institute.



Naturalis ging in het voorjaar van 2013, van 29 april tot en met 18 mei, voor de eerste keer op expeditie. In Wyoming waren een paar mooi gefossiliseerde botjes van de linkervoet gevonden. Deze vondst was veelbelovend, zelfs de kleine teenkootjes lagen nog netjes bij elkaar. Dit zijn meestal de botjes die als eerste verloren gaan. Ondanks deze veelbelovende vondst werden alleen delen van de linkervoet en -poot van Tyrannosaurus rex gevonden. Waarom de kleine botjes wel bewaard zijn gebleven, maar de rest van het skelet niet, blijft een raadsel. De hele heuvel is afgegraven waarin de rest van het skelet had moeten liggen. "De zandlaag waarin de botten hadden moeten liggen, werd steeds dunner om uiteindelijk te verdwijnen" vertelt Anne Schulp. "Misschien is het karkas destijds opgegeten, of veel verder mee gestroomd met de rivier die door het landschap liep. We weten het niet."



Gelukkig was de kans op een T. rex voor Naturalis niet verkeken. Pete Larson, paleontoloog van het Black Hills Institute in Amerika, wees Naturalis op een andere plek in Montana, Amerika, waar een echtpaar amateurpaleontologen resten van T. rex had gevonden. De onderkaak, losse tanden en een deel van het heupgewricht en staartbeen, zijn door hen gevonden. De verwachting was dat er nog meer materiaal van T. rex in de grond lag. Naturalis is ook daar naartoe gegaan om te graven. Inmiddels is inderdaad een zeer compleet skelet gevonden!

## Bijzondere vondst

Skeletten van T. rex behoren tot 's werelds zeldzaamste fossielen. Onze T. rex Trix is extra bijzonder. Trix behoort tot de top drie van meest complete skeletten ooit gevonden!

Welke paleontoloog droomt er niet van om ooit eens een tand of bot te vinden van deze schrikwekkende roofdino? Nog mooier: een compleet skelet. Maar dan kun je lang dromen. Complete skeletten van Tyrannosaurus rex zijn nog nooit gevonden en zijn 's werelds meest begeerde fossielen. Tot dusver zijn er minder dan tien gevonden, de een vollediger dan de ander. 'Tot dusver' is al een hele tijd, als je weet dat Barnum Brown in 1902 het geluk had het eerste skelet op te graven. Wie zijn geluk wil beproeven, moet net als Brown zoeken in het westen van Noord-Amerika, het thuisland van T. rex.



## Hoe leefde T.rex?

Wanneer leefde T. rex en wat deed T. rex zoal op een dag? Hoe kom je hierachter? Kom alles te weten over het leefgebied van T. rex.

## Leefperiode

Tyrannosaurus rex leefde in het laatste staartje van het Krijttijdperk. Om precies te zijn in het Maastrichtien, zo genoemd naar de krijtlagen van de Sint-Pietersberg bij Maastricht, tussen ongeveer 67,5 en 66 miljoen jaar geleden. Hij is een van de allerlaatste dinosauriërs. De soort maakte het moment mee dat een meteorietinslag deze unieke reptielen voorgoed van de aardbodem wegvaagde. De inslag vond niet heel ver zuidelijk van het leefgebied van T. rex plaats, om precies te zijn bij het Mexicaanse schiereiland Yucatán. Ook voor andere levensvormen betekende de meteorietinslag het einde: denk aan andere dinosoorten op het land, reptielen, ammonieten in zee en pterosauriërs in de lucht.



## Leefgebied

Tyrannosaurus rex kwam alleen in Noord-Amerika voor. Althans, nergens anders zijn fossielen van deze soort opgegraven. Noord-Amerika was nog deels verbonden met Eurazië. Zo konden Tyrannosaurus-achtigen ook dit continent veroveren. Ook in Azië vindt men soorten uit de familie van de Tyrannosauridae. Deze dino's lijken in veel opzichten op de 'echte' Tyrannosaurus. Zo kennen we Tarbosaurus uit opgravingen in Mongolië. Deze dino is ook een rover en nauw verwant aan T. rex.

## Leefwijze

Over het dagelijks leven van T. rex is weinig bekend. Gedrag is immers alleen indirect van botten af te lezen. Zo is het bijvoorbeeld niet zeker of T. rex alleen (solitair) leefde of in familieverband. Voorlopig zijn er geen aanwijzingen voor een groepsleven, zoals skeletten van meer individuen bij elkaar. Voetsporen, bijvoorbeeld, vertellen hier meer over, maar jammergenoeg zijn voetsporen van T. rex nog nauwelijks gevonden. Eén vondst van een paar sporen in Canada is wel een aanwijzing voor kuddegedrag.

Toch is uit de bouw van het skelet wel het een en ander op te maken. T. rex was honderd procent vleeseter, een hypercarnivoor. Met zo'n gebit at hij gewoonweg niets anders dan vlees. Planten vermalen lukt met die puntige tanden niet.

Opvallend is dat de voorpootjes te kort waren om voedsel naar de bek te brengen, maar ze waren wel krachtig gespierd. Mogelijk gebruikte T. rex ze tijdens de paring. Ze zouden elkaar hiermee vasthouden. Een andere theorie zegt dat ze hun pootjes gebruikten om zich op te drukken en vanuit een liggende of gehurkte positie omhoog te komen. Waarschijnlijk hield hij er ook tegenspartelende prooien mee in bedwang, zoals een leeuw een gnoe in de houdgreep houdt. De vergelijking met de leeuw gaat misschien verder. Zou T. rex zijn slachtoffer ook een dodelijke beet hebben toegediend, of de keel dichtgeknepen tot het stikte? Liet hij andere roofdino's het werk doen en voedde hij zich met de resten?

## De wetenschap achter T. rex



Er zijn heel weinig fossiele vondsten bekend van T. rex. Ieder gevonden bot van T. rex, hoe klein of groot ook, is belangrijk voor de wetenschap.

Er is dus nog veel te onderzoeken aan onze T. rex. Wanneer en waar leefde T. rex precies? Hoe oud is de T. rex van Naturalis geworden? Hoe snel kon T. rex rennen? We willen inzicht in het medisch dossier: welke botten heeft T. rex gebroken? Welke ziekten had T. rex mogelijk onder de leden? Hoe zag het dieet van T. rex eruit? Hoe migreerde T. rex; kwam hij bijvoorbeeld in bergachtige gebieden of aan de kust?

Met behulp van fossielen leveren de onderzoekers van Naturalis een bijdrage aan het oplossen van deze kwesties of tot nieuwe inzichten komen. "Ieder botje van iedere T. rex levert meer kennis op", zegt onze directeur Edwin van Huis. "We kunnen hier nog jarenlang wetenschappelijk onderzoek aan doen."

## Naar verdieping 13

Eerder bezochten paleontologen Dylan Bastiaans en Martijn Guliker, die onder andere prepareerwerk verrichten aan een Triceratops-schedel, de

collectietoren van Naturalis. Hier bewaart men de botten van T. rex die al uit Amerika zijn gekomen. Bij het zien en aanraken van de eerder genoemde staartbotten worden Dylan en Martijn dolenthousiast: "Wat zijn deze botten mooi bewaard!" Dylan merkt als getraind medisch paleontoloog meteen op dat een van de botten afwijkende structuren bevat die er mogelijk op duiden dat de T. rex leed aan een infectie. Martijn: "Het is interessant om straks de scan van een gezond bot te vergelijken met die van een afwijkend bot."

## Botontkalking

Hoe kom je nu meer te weten over ziekten die Trix mogelijk heeft gehad? Dan ga je met de botten naar het ziekenhuis! Onlangs bezochten drie paleontologen het LUMC om een CT-scan te maken van drie botten uit de staart van T. rex.

Het ging om de haemapophysen, ook wel chevronbotten genoemd. Deze Y-vormige botten bevonden zich aan de onderzijde van de staartwervels en gaven de staart meer stevigheid. Hierdoor weet men nu dat de staart van T. rex niet over de grond sleepte. Verder beschermden ze de bloedvaten en vormden ze een aanhechtingsvlak voor spieren van de staart. Dylan werkt mee aan het onderzoek naar het medisch verleden van T. rex. Bij het bestuderen van een eerder gemaakte CT-scan van een staartwervel, vond hij een patroon dat gelijkenis vertoonde met botontkalking in mensen. Om hierover meer zekerheid te krijgen, is het van belang om meer botten te scannen.

## Diagnose

De scans, die in het LUMC gemaakt zijn, laten met behulp van een computerprogramma tot in detail de structuur van de binnen- en buitenkant van de fossiele staartbotten zien. Dylan kan nu aan de slag om zelf een diagnose te stellen van de aandoeningen van de T. rex. Over een tijdje wordt er een vervolgspraak gemaakt met een medisch specialist om te discussiëren over de diagnose. Dit heeft geen haast, want de patiënt is al lang overleden.

## Hoe oud is T. rex geworden?

Aan de hand van groeilijnen in de botten is de leeftijd van onze T. rex te achterhalen. Helaas niet exact; je telt namelijk de minimale leeftijd. T. rex Sue is tot nu toe de oudste gevonden T. rex. Zij is ongeveer 28 jaar oud geworden. Er zijn bij haar 23 groeilijnen geteld, dit is doorgerekend naar 28 jaar. Onze T. rex was zeer waarschijnlijk ouder, ruim 30 jaar.

## Boren of zagen

Maar hoe zijn die groeilijnen in een bot zichtbaar? Naturalis heeft een unieke T. rex waar we zuinig op zijn. Om zo min mogelijk schade aan het bot aan te brengen wordt er uit het kuitbeen een boorkern gehaald. Vervolgens wordt hier een slijpplaatje van gemaakt. De boorkern wordt dan weer teruggeplaatst in het bot. Dat slijpplaatje maakt het mogelijk om de groeilijnen te tellen. Wanneer er een 'plakje' van het bot zou worden afgezaagd, zou er een naad in het bot ontstaan en dat is zonde.

## Controleren

Waarschijnlijk wordt er gedurende het onderzoek ook uit andere botten, zoals dijbenen of ribben, een boorkern gehaald. Door op meer plekken de groeilijnen te tellen, is met meer zekerheid iets te zeggen over de leeftijd van onze T. rex.



## Een aangename verrassing

Even terug naar 2013. Toen reisden paleontologen van Naturalis af naar Wyoming op zoek naar botten van die T. rex. Maar ze vonden meer! Er werd ook een skelet van een triceratops gevonden. Twee jaar later werd er een expeditie op poten gezet om deze uit te graven. De opgraving verraste iedereen: in plaats van één skelet vonden de paleontologen er maar liefst vijf! Een deel van deze botten is uitgehakt en naar Nederland vervoerd. Sinds december 2015 worden deze voor voor de ogen van bezoekers in Naturalis uitgraven en schoongemaakt.

## Meer botten

Toch waren er aanwijzingen dat er meer botten in de grond lagen dan de 600 die in eerste instantie waren gevonden. Het Naturalis team is daarom afgelopen zomer opnieuw afgereisd naar Wyoming om de rest op te graven.

## Opgraven, een hele klus

Zo'n expeditie is een hele uitdaging: het is er erg warm en je moet heel voorzichtig zijn tijdens het opgraven. Sommige botten zijn nog helemaal gaaf en makkelijk op te graven - de grond om de botten van de triceratopsen heen was niet versteend - maar anderen zijn samengeperst. Men bedenkt dan een plan om ze voorzichtig uit de grond te krijgen.

## Updates uit het veld

Het Naturalis opgraafteam houdt alle dinofans graag op de hoogte. Zo werden er omtrent de tweede triceratops expeditie in juni 2016 regelmatig blogposts geplaatst op de website en hield Matthijs Graner, één van de onderzoekers, een videoblog bij en deelde hij de bevindingen van de groep. Zo liet hij je zien welk gereedschap zij gebruiken bij een opgraving en nam hij je mee naar de vlakten van Wyoming. Hier ([www.naturalis.nl/nl/over-ons/nieuws/blogs/Triceratops-expeditie-2016/](http://www.naturalis.nl/nl/over-ons/nieuws/blogs/Triceratops-expeditie-2016/)) staan zijn vlogs en de blogs van hem en collega Martijn Guliker.

# Verwijzingen

## Nodig voor les

Verwonderpaspoort print eiland: [www.verwonderpaspoort.nl/3d](http://www.verwonderpaspoort.nl/3d)

Verwonderpaspoort open dino wereld: [www.verwonderpaspoort.nl/dinos](http://www.verwonderpaspoort.nl/dinos)

## Extra

Vlogs Triceratops opgraving: <http://bit.ly/2go3gof>

Waarom Trix zo mooi bewaard is gebleven: <http://bit.ly/2hIrb8Y>

Timelaps opbouw Trix: [www.youtube.com/watch?v=R0koWLUcDPw](http://www.youtube.com/watch?v=R0koWLUcDPw)

# Tips

Hieronder vind je enkele tips om er voor te zorgen dat het printen goed zal verlopen:

## Print blijft niet plakken aan de glasplaat

Als je print niet goed blijft plakken aan je glasplaat, dan kan dit verschillende oorzaken hebben. Bijvoorbeeld omdat de eerste laag niet goed gehecht heeft aan de glasplaat.

Ook kan een printje 'warpen', dit is wanneer de hoekjes van je print krom omhoog trekken. Het warpen gebeurt door de eigenschappen van het plastic. Wanneer deze te snel afkoelt, gaat het materiaal krimpen en kan het dus gaan kromtrekken. Het ene type plastic heeft er meer last van dan het andere. ABS zal bijvoorbeeld veel sneller warpen dan PLA.

Gelukkig zijn er veel dingen die je kunt doen om het loslaten of het kromtrekken van je print te voorkomen.

## Heated bed temperatuur

Als je print met een heated bed, dan helpt de juiste heated bed temperatuur al voor een betere hechting van je print op de glasplaat. Doordat de onderste lagen van je print constant verwarmd worden, loop je minder risico dat deze te snel afkoelen en daardoor warpen. Voor ieder materiaal zijn in Cura en in de printer de juiste temperaturen al ingesteld. Voor PLA gebruik je een bed temperatuur van 60°C, terwijl je voor ABS een bed temperatuur nodig hebt van 80°C.

## Afstellen van de glasplaat

Een goed afgestelde glasplaat is de beste start van je print. Als deze juist staat afgesteld, dan wordt de eerste laag filament goed vastgedrukt op de glasplaat. Staat het bed bijvoorbeeld te los, dan zal het filament helemaal niet hechten en achter de nozzle aangetrokken worden. Maar als het bed te strak staat afgesteld, dan kan het filament niet of

nauwelijks uit de printkop komen, waardoor de filamentdraad zal gaan 'grinden'. Grinden is wanneer de draad wordt weggevreten door de feeder, omdat deze niet goed doorgevoerd kan worden.

Hoe een goede eerste laag eruit ziet is op deze pagina te vinden:  
[www.ultimaker.com/en/resources/21330-what-does-a-successful-first-layer-look-like](http://www.ultimaker.com/en/resources/21330-what-does-a-successful-first-layer-look-like)

## Glasplaat

Voor een goede hechting is het van belang dat de glasplaat helemaal schoon is en vrij van vette vingers. Om de hechting te verbeteren, kun je de glasplaat voorzien van een dun laagje lijm. Voor PLA is het niet per se nodig om lijm te gebruiken, maar we adviseren dit wel te doen bij grote objecten.

Wanneer je ABS gebruikt adviseren we altijd een dunne laag lijm op de glasplaat te gebruiken voordat je start met printen. Dit omdat ABS zó goed hecht op de glasplaat, dat wanneer je het printje zonder lijm van de glasplaat haalt, je de glasplaat kan chippen. Ofwel, er kunnen kleine stukjes glas aan het geprinte object blijven vastzitten, waardoor de glasplaat kapot gaat.

## Het gebruiken van een brim

Een handige optie in Cura om het opkrullen van je print te voorkomen is om een zogenaamde brim te gebruiken. Als je een brim gebruikt wordt er een brede, enkele laag rondom je object neergelegd, waardoor er een groter hechting oppervlakte wordt gecreëerd. De brim kun je achteraf gemakkelijk verwijderen van je print. In Cura staat de brim altijd vooraf ingesteld.

Krijg je tijdens het printen een Error melding, klik dan hier om te zien hoe je deze kunt oplossen:

[www.ultimaker.com/en/resources/17203-error-messages](http://www.ultimaker.com/en/resources/17203-error-messages)

Zijn er andere vragen rondom het printen, neem dan contact op met je lokale technische support team via deze link:

[www.ultimaker.com/en/company/what-support-means-to-us](http://www.ultimaker.com/en/company/what-support-means-to-us)