

NR 2
2017

3D KANJERS

3D-PRINTEN IN HET KLASLOKAAL

ONTWERPEN IN 3D

Doodle3D Transform, Tinkercad en Fusion 360

3D-PRINTEN MET LEERLINGEN

In het basis-, voortgezet en speciaal onderwijs

AAN DE SLAG MET 3D KANJERS

Meer dan alleen bouwen en 3D-printen

HOE WERKT EEN 3D-PRINTER?

En hoe wordt filament gemaakt?

88 PAG'S
VOL MET
INSPIRATIE EN
IDEEËN OVER
3D-PRINTEN

Scholen aan het woord: Creëren zonder grenzen • 11 jaar en ondernemen. Kan dat? • Jij kan het maken!
Het bouwen van de 3D-printer is als een bergexpeditie • Waarom in je eentje, als het ook samen kan?

3D KANJERS

MAGAZINE

3Dkanjers Elias Prieshof 13, 7955BA, IJhorst, info@3dkanjers.nl

Hoofredactie Remco Liefing en Jos Kok van 3Dkanjers

Vormgeving Vormvast, Creative Centre in Design (www.vormvast-ccid.nl)

De meemakers aan dit nummer Freek van Iersel (OBS de Singelier), Sara Seamari, Judit Hódos en Hanna Maas (Vathorst College), René van den Broek (KPOA) en Daniël Rense (Stichting Meerkring), John te Morsche (AOC Oost Borculo), Fenny Heidema (GBS Klim-op), Sander Gordijn (KC Talent), Diana Molenschot (RKBS de Rozenhorst), Erik de Bruijn (Ultimaker), Roger Sijlbing (Innofil3D), Rick Companje (Doodle3D), CAD & Company, Anne-Marie Veldkamp (Aloysius Stichting), de Rolf groep, Ria Uitdewilligen (De Regenboog), Rabobank Noord-Groningen, Rik Bergmann (Primenius), Frank Coenders (Hogeschool de Kempel), Heutink, Jacqueline Goedhart (KWTG), Geert Looyschelder (STIP), Ton Koster (Techniek Talent.nu), Marjolein Geltink en Antoine Rossewij (Prins Hendrikschool), Rabobank Gooi en Vechtstreek.



Contactgegevens:

E-mail info@3dkanjers.nl

PO (Friesland, Groningen, Drenthe, Overijssel en Flevoland)

Mobiel 06 19 63 6994 (Jos Kok)

VO en PO (Utrecht, Noord-Holland, Zuid-Holland, Zeeland en Brabant)

Mobiel 06 81 61 3221 (Remco Liefing)

PO (Gelderland, Brabant (oost) en Limburg)

Mobiel 06 23 92 2945 (Ruud Seuren)

Partners:

De Rolf groep 088 410 10 20

Heutink 0548 53 66 66

We zijn ook te vinden op:

Website 3dkanjers.nl

Twitter @3dkanjers

Facebook www.facebook.com/3Dkanjers

Instagram www.instagram.com/3Dkanjers

Copyright © 2017

3Dkanjers® en het 3Dkanjers logo zijn geregistreerde merken van 3Dkanjers. 3Dkanjers magazine is een uitgave van 3Dkanjers. Niets uit deze uitgave mag geheel of gedeeltelijk worden vervaelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand of openbaar worden gemaakt, op welke wijze dan ook, zonder schriftelijke toestemming van de uitgever. Eveneens is het zonder schriftelijke goedkeuring van de uitgever niet toegestaan het 3Dkanjers magazine op te nemen in een leesportefeuille. 3Dkanjers is niet aansprakelijk voor eventuele onjuistheden in deze uitgave. 3Dkanjers is niet verantwoordelijk voor handelingen van derden welke mogelijkerwijs voortvloeien uit het lezen van deze uitgave. 3Dkanjers behoudt het recht voor ingezonden materiaal zonder kennisgeving vooraf geheel of gedeeltelijk te publiceren. Over uitslagen van eventuele prijsvragen en/of speciale acties kan niet worden gecorrespondeerd.

ISBN 978-90-824279-1-2

Gratis te downloaden op: 3dkanjers.nl/magazine



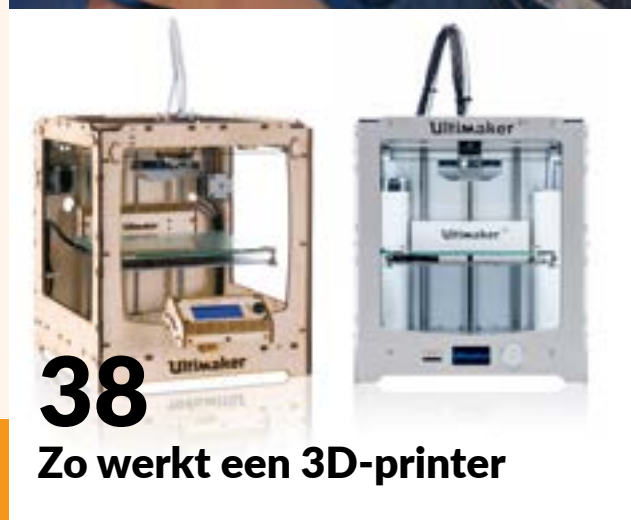
22
Over 3Dkanjers



10
**3Dkanjers in de regio:
Noordoost-Friesland**



44
Ontwerpen in 3D



38
Zo werkt een 3D-printer

Inhoud

SCHOLEN AAN HET WOORD

Basisonderwijs:

06 *OBS de Singelier*: Zoveel meer dan alleen een apparaat in de klas!

28 *GBS Klim-op*: 11 jaar en ondernemen? Kan dat?

32 *KC Talent*: Jij kan het maken!

35 *RKBS de Rozenhorst*: Nee juf, dit is een windmolen.

62 *De Regenboog*: Bergexpeditie

66 *Primenius*: Wij doen het samen

80 *STIP*: Verwondering als basis voor het onderwijs

84 *Prins Hendrikschool*: Een verrijking voor ons aanbod

Voortgezet onderwijs:

12 *Vathorst College*: Creëren zonder grenzen

21 *AOC Oost Borculo*: 3D-printen: voor velen een openbaring

Speciaal onderwijs:

56 15 *Aloysiussscholen* aan de slag met 3Dkanjers

IN DE REGIO

10 3Dkanjers groot succes in Noordooost-Friesland

65 Met z'n allen aan de slag!

78 KWTG ondersteunt basisscholen

82 Techniekcoach Ton Koster aan het woord

3DKANJERS EN PARTNERS

22 Over 3Dkanjers

25 De 3Dkanjers Experience

26 De 3Dkanjers Discovery en Applied

60 Een blijvende beleving

70 De toekomst begint vandaag

76 Onze nieuwe coach: Ruud Seuren

3D-PRINTEN

36 3D-interview met Erik de Bruijn, co-founder van Ultimaker

38 Zo werkt de Ultimaker Original⁺ en de Ultimaker 2⁺

40 Materialen voor 3D-printers

3D-ONTWERPEN

44 Zelf ontwerpen met Doodle3D Transform

48 Werken met Tinkercad

54 Ontdek Fusion 360

EN VERDER

17 (+ 31, 43, 59, 77, 86) 3DLesidee

68 De Kempel: Voel het proces van ontwerpend leren

66 Stichting Primenius: Waarom in je eentje, als het ook samen kan.



62

De Regenboog: Het bouwen van de 3D-printer is als een bergexpeditie



12

Vathorst College: Creëren zonder grenzen



66

Primenius: Waarom alleen, als het ook samen kan



18

KPOA en Meerkring: 1 visie, 2 schoolbesturen

Gans Freek

Gans Freek uit Diever heeft een kunstpoot gekregen. Groep 8 van basisschool De Singelier maakte een prothese voor hem met de 3D-printer.

Freek was vast komen te zitten in een trappetje en verloor daarbij zijn linkerpoot. Daar moest een oplossing voor komen vonden de leerlingen van De Singelier. Ze ontwierpen een kunstpoot en maakten deze met de 3D-printer.



VOOR

W

ij zijn zeer trots dat we ons tweede magazine aan je mogen presenteren. Eind 2013 startten wij een pilot op 12 basisscholen in de regio Hoogeveen. Niet wetende dat dit zou uitgroeien tot een landelijk initiatief waar nu meer dan 400 scholen betrokken bij zijn terwijl de groei er nog steeds stevig in zit. Zowel scholen uit basisonderwijs, het voortgezet onderwijs en het speciaal onderwijs weten ons nu te vinden.

In 2015 merkten wij op dat op scholen nog weinig kennis aanwezig was over de toepassing van 3D-printen in het onderwijs. Dat was voor ons de reden om een magazine uit te geven met de eerste verhalen van scholen en een aantal praktische zaken rondom 3D-printen. Nu, 2 jaar later, zijn wij en de scholen een ervaring rijker. Tijd voor een nieuw magazine, editie 2. Wij hebben wederom een groot aantal meemakers gevraagd een bijdrage hiervoor te schrijven. Er bleek veel animo te zijn en zowel leerkrachten als partners van 3Dkanjers hebben hun visie op persoonlijke wijze over 3D-printen in het onderwijs verwoord.

3Dkanjers is natuurlijk bekend geworden met het eerst bouwen van de 3D-printer zelf om vervolgens hiermee op onderzoek te gaan, de 3Dkanjers Experience. Nog steeds zien wij scholen in het primaire onderwijs hiermee verbluffende resultaten behalen. Inmiddels hebben wij ook mooie leerarrangementen ontwikkeld met kant-en-klare 3D-printers, speciaal voor het voortgezet onderwijs: de 3Dkanjers Discovery en Applied. In dit magazine vind je meer informatie hierover.

Naast het bieden van ondersteuning en het ontwikkelen van lesmateriaal zijn we ook zeer intensief bezig met het bouwen van regionale initiatieven. Doel hiervan is tweeledig. Scholen ontvangen dan veelal een aanzienlijke bijdrage in de kosten en daarnaast creëert het lokaal een beweging waarbij meerdere partijen betrokken zijn. Zo zijn we in Noord Groningen in samenwerking met de Rabobank aldaar gestart met het uitrollen van de 3Dkanjers Experience op een aantal scholen. De Economic Board Groningen (EBG) heeft dit initiatief omarmd en opgenomen in haar programma. Scholen in Noord-Groningen die met ondernemerschap, ict of 3D-printen willen beginnen, krijgen dankzij de EBG de kans om hiermee aan de slag te gaan. De EBG gaat 3 lesprogramma's voor meer dan honderd scholen voor het basis-, voortgezet- en beroepsonderwijs in de aardbevingsgemeenten financieren en is voor 3D-printen een samenwerking met ons aangegaan. Er lopen tientallen regionale initiatieven in Nederland, misschien ook wel bij jou in de buurt. Dus neem contact met ons op om je te laten informeren.

3Dkanjers doet het niet alleen. Wij werken nauw samen met Ultimaker, Trideus, de Rolf groep, Heutink en Innofil3D om het techniekonderwijs (STEAM) in Nederland en België een forse impuls te geven. Wij hebben onze partners gevraagd om, vanuit hun eigen specifieke deskundigheid, ook een inhoudelijke bijdrage aan dit magazine te leveren.

Wij zijn van mening dat we er weer in zijn geslaagd in het creëren van een kleurrijk magazine over 3D-printen in het klaslokaal. Zowel interessant voor leerkrachten als voor schooldirecties, beleidsmakers en alle andere meemakers die het onderwijs een warm hart toedragen. Wij wensen je veel inspiratie en plezier.

Remco Liefting en Jos Kok, initiatiefnemers 3Dkanjers

3DKANJERS IS NU
EEN **LANDELIJK**
INITIATIEF MET
MEER DAN **400**
DEELNEMENDE
SCHOLEN

M



R



3Dkanjers op OBS de Singelier

Zóveel
meer
dan
alleen
een
apparaat
in de
klas!

November 2015, de start van het project 3Dkanjers. Het bouw pakket van de 3D-printer waar we mee startten bleek de opmars naar vele toepassingen, verankerd binnen ons talentonderwijs.



De start van de bouw van de printer

Eigenaarschap

De bouw van de 3D-printer deed gelijk al aanspraak op het technisch inzicht van de kinderen die er aan werkten tijdens de talentmiddagen. Deze kinderen werden begeleid door een enthousiaste ouder, welke de opdracht had gekregen vooral toe te kijken en koffie te drinken. Alleen wanneer het écht nodig is greep deze in. Deze manier van werken resulteerde tot een enorme betrokkenheid van de leerlingen in de midden- en bovenbouw. Ze werden meteen eigenaar van dit project en van de 3D-printer.



Na enkele weken krijgt de printer vorm

Ideeën zat om te ontwerpen

Na de bouw van de 3D-printer zijn er tijdens de talentmiddagen workshops 3D-ontwerpen gegeven. Kinderen leerden hier omgaan met Tinkercad en enkele getalenteerde ontwerpers leerden met Sketchup werken. Omdat de kinderen zo betrokken zijn bij dit project kwamen er al gauw ideeën vanuit de kinderen voor toepassingen van de 3D-printer. Nog geen week na de bouw van de printer waren er al koptelefoonhaakjes, deurstoppers, sleutelhaakjes, pennenhouders en allerlei andere voorwerpen ontworpen en geprint.



Leerlingen ontwerpen op Tinkercad

Leerkracht gestuurd

Op een gegeven moment raakten de ideeën van de kinderen een beetje op, dit was het moment voor ons leerkrachten om wat meer te gaan sturen. Dit sturen gebeurde vaak met een enkele vraag. Neem bijvoorbeeld het project met de waterraketten. Twee jongens deden hun werkstuk over raketten en zij hadden het idee om voor het werkstuk een eigen

waterraket te bouwen. Dit lukte, in eerste instantie op de traditionele manier: kurk, ventiel en PET-fles. Gaandeweg de bouw en het afvuren van de raket liepen de jongens tegen steeds meer problemen aan: de kurk droogde uit waardoor het water er uitlep, de fles zwabberde in de lucht, de fles was moeilijk verticaal te richten. Met deze problemen kwamen ze bij hun leerkracht. Deze stelde slechts die ene vraag: kun je de 3D-printer gebruiken bij het oplossen van deze problemen? Hierop kwam al snel het eerste antwoord van de jongens in de vorm van 3D-geprinte dop, waar het ventiel precies doorheen paste. Nou ja precies, de jongens hadden meerdere prototypes nodig voor het daadwerkelijk een waterdichte toepassing werd. (tip: erg leuke les of onderwerp voor een spreekbeurt: "prototypes". Laat kinderen iets ontwerpen en een prototype maken, welke ze dan weer aanpassen. Ook leuk om hierbij een logboek te laten schrijven.)

De zelf ontworpen dop was een succes, er was geen waterverlies meer, ook niet bij een hogere druk, hierdoor knalde de fles harder. Dit had echter een negatief effect op een eerder probleem; het zwabberen van de fles. De jongens hadden vanuit de theorie van hun werkstuk wel geleerd dat vleugels hiervoor de oplossing zijn en dit hadden ze ook wel geprobeerd. Verschillende kartonnen vleugels zijn met plakband en lijm bevestigd, maar geen vleugel bleef zitten. Ook hier werd een ontwerp bedacht, eerst als schets en met wat hulp werd het ontwerp uitgewerkt op de computer en geprint met de 3D-printer.

Bij de eerste vlucht bleek gelijk al dat de achterkant te zwaar was in verhouding met de kop. (tip: ook als je dit als leerkracht vooraf al bedenkt... laat het de kinderen gebeuren.) al snel werd er ook een kop ontworpen voor op de fles.

Dit raketproject bleek niet eindig en niet onopgemerkt. Remco Liefing van 3Dkanjers was net als de betrokken leerkrachten en leerlingen erg enthousiast over het project en het gebruik van de 3D-printer hierbij. Er ontstond een samenwerking waarin de onderdelen voor de waterraketten geperfectioneerd zijn. Nu hebben de raketten een lanceerbasis met een quick-release systeem als we gaan 'schieten' met een compressor en maken de raketten een zachte landing door de speciale kop met parachute. Uiteindelijk is het een project geworden waar de hele klas bij betrokken is, waarbij kinderen zelf parachutes en vleugels kunnen ontwerpen. Ook Ultimaker heeft het project opgemerkt en gebruikt voor een prachtige promofilm:



De eerste vluchten met vleugels



De allereerste waterraket, een ongeleid projectiel



Leerlingen werken aan de kop met parachute

film: waterraket-project



Leerling gestuurd

"Je kunt niet zeggen dat ideeën onmogelijk zijn, als je het niet eerst hebt geprobeerd." Dit bleek bij het idee van twee leerlingen uit groep 8 in maart 2016:

Leerling: "Meester, mijn opa is beheerder van de eendenvijver en daar loopt, nou ja strompelt, een gans met maar één poot... en nu dachten wij dat we misschien wel een poot kunnen 3D-printen..." Meester: "Ja, misschien wel... we kunnen het in ieder geval proberen!"

Dit bleek de start van weer een prachtig project, waar de twee leerlingen samen met de leerkracht heel veel moesten



Gans Freek met maar één poot



Resultaat van de scan van de gipsen poot

uitproberen. Een eendenpoot was snel gemaakt met de 3D-printer, maar al snel zagen de leerlingen in dat het aanbrengen van de prothese een heikel punt zou zijn (na de opdracht om meer informatie over protheses te zoeken).

De pasvorm zou van cruciaal belang zijn, maar daar zat nou net het probleem; hoe krijg je de pasvorm perfect voor een eendenpoot. Er moest een positief gemaakt worden met behulp van een gipsen afdruk. De opdracht hierna was: "zoek uit hoe we een voorwerp als digitaal 3D-beeld kunnen krijgen." Hier stapten de kinderen (en de leerkracht) in een nieuwe dimensie in de digitale wereld, het 3D scannen. 3Dkanjers en Ultimaker stelden een 3D-scanner beschikbaar voor deze bijzondere uitdaging.

Toen eenmaal de 3D-scan er was, kon er uitgeprobeerd worden op de gans. Heel veel modellen zijn de revue gepasseerd, uiteindelijk is een soort knuppelvormige prothese het beste voor de gans gebleken. Er is daarna nog veel doorontwikkeld met de bevestiging van de prothese en met verschillende hoogtes van de poot. En nog steeds is de prothese in ontwikkeling.

Al met al een prachtig leerproces waarin kinderen het voortouw nemen en beslissingen moeten maken en uitproberen. Ook dit project is niet onopgemerkt gebleven. Er is een uitgebreide reportage gemaakt door verschillende media (jeugdjournaal, Hart van Nederland, de Telegraaf, Dagblad van het Noorden, radio 2 en de plaatselijke kranten). Ook zijn er opnames gemaakt door National



Geographic, met een bezoek van Dr. Pol aan de gans en de leerlingen.

film: gans Freek in het Jeugdjournaal



3D kanjers bedankt

Het project 3Dkanjers heeft onze school zoveel meer gebracht dan we vooraf hadden kunnen denken. Behalve dat leerlingen ontzettend veel plezier hebben gehad, heeft het project 3Dkanjers ook een cruciale plek gekregen in ons talentonderwijs. Kinderen hebben talenten kunnen ontdekken en ontplooien en dan gaat het natuurlijk over techniek, maar ook heeft het met alle media-aandacht gezorgd voor kinderen die hebben leren interviewen, hebben ervaren hoe een professionele film wordt gemaakt, hebben kinderen leren doorzetten, samenwerken en zich leren verdiepen. En het wordt bij ons op school nog steeds enorm veel gebruikt, bijvoorbeeld bij projecten voor hoogbegaafde kinderen, maar ook zijn we lessen aan het ontwikkelen waarbij programmeren en de 3D-printer gecombineerd gaan worden.

Auteur: **FREEK VAN IERSEL**
leerkracht OBS de Singelier, Diever



Een eerste pootje was snel gemaakt



Gans Freek krijgt prothese om



“BIJ DE 3D-PRINTER BEGINT HET PAS”

3DKANJERS GROOT SUCCES IN NOORDOOST-FRIESLAND

Er is een tekort aan techneuten. Volgens Jos Kok, initiator van 3Dkanjers, is het basisonderwijs de beste plek om hier al aan te werken. Aan de hand van een compleet lespakket leren kinderen met een 3D-printer werken en diverse vaardigheden ontwikkelen.

Kok had twee jaar geleden, toen hij met 3Dkanjers begon, nooit kunnen dromen hoe het er nu voor zou staan. “Remco Liefthing en ik hebben er nu een fulltime baan aan. Het is echt ontzettend leuk hoe enthousiast kinderen, onderwijsinstellingen en gemeenten zijn. We werken nu met zo'n vierhonderd basisscholen en dertig middelbare scholen in heel Nederland. Wat ons project zo uniek maakt, is dat wij niet enkel een product leveren, maar vooral een dienst. De 3D-printer is onderdeel van een leerpakket dat wij hebben opgesteld waarmee we hopen dat techniek een structurele plaats in het basisonderwijs krijgt. 3D-printers worden steeds vaker gebruikt in steeds meer sectoren. Denk aan de medische industrie voor protheses of zelfs organen. Denk in de bouw of autobranche voor onderdelen. We willen met het lespakket laten zien dat techniek/technologie gaaf is.”

En of het gaaf is. Zelden is een basisschoolklas zo stil. Voor het interview kon leraar van groep 7 en 8 Ate Tjeerdsma zijn klas zelfs even alleen laten. Achter de computerschermen, aan de slag met hun 3D-ontwerpprogramma's, zijn de jongens en meisjes helemaal in hun element. Er worden huizen geschetst, sleutelhangers ontworpen en speeltuinen uit het niets opgetrokken. Niets is te gek voor de 3D-printer.

Het begon op basisschool De Wel in Broeksterwâld zo'n twee jaar geleden. “Er kwam een doos met allemaal onderdelen,” zegt Tjeerdsma. “We moesten de printer zelf in elkaar zetten. We hebben de klas in groepjes opgedeeld. De handleiding was in het Engels, maar de kinderen hebben geen enkele keer een vraag gesteld. Ze gingen direct aan de slag met Google Translate. Het is erg leuk om te zien hoe er werd samengewerkt. De jongens gingen direct aan de slag en ston-



den zelfs op een gegeven moment in het hemd te werken omdat het zo warm was. De meisjes daarentegen lezen eerst rustig wat ze nodig hebben en hoe het moet. Vaak hadden zij het eerder af. Daarna moesten we alle onderdelen samenvoegen tot de printer, en dan begint het project eigenlijk pas. Het zelf bouwen zorgt ervoor dat er veel betrokkenheid en eigenaarschap vanuit de leerlingen is. Dan kun je gaan ontwerpen.”

“De verschillende klassen werken veel samen. De jongsten werken met Doodle 3D. Ze kunnen met hun hand iets tekenen op bijvoorbeeld een iPad. Dit kan de printer dan afdrukken. De oudere kinderen werken met Tinkercad. Een programma waarbij zij ook moeten rekenen en met maten moeten werken.”

Probleemgericht leren

Gerben Wiersma, wethouder bij gemeente Dantumadiel – welke het project financiert – is erg te spreken over het project: “Eerst was ik er een beetje sceptisch over. Ik dacht dat het een hype zou zijn. Maar als je die kinderen dan eenmaal aan het werk ziet, dan is de printer niet eens het belangrijkste. Dat is namelijk het lespakket er omheen. Ze leren zelfstandig werken en dingen met elkaar opknappen. Dat is echt het nieuwe leren. De leraar wordt meer coach en hoeft niet meer van les naar les te werken. We willen ondernemers in de omgeving er ook bij betrekken, die dan bijvoorbeeld een probleem hebben omdat iets vervangen moet worden. Dan denken de kinderen mee of ze dat kunnen maken. Zo had een boer laatst een machine waarvan bepaalde doppen vervangen moesten worden. Die waren niet meer leverbaar. Die hebben de kinderen toen met de 3D-printer gemaakt.”

Community

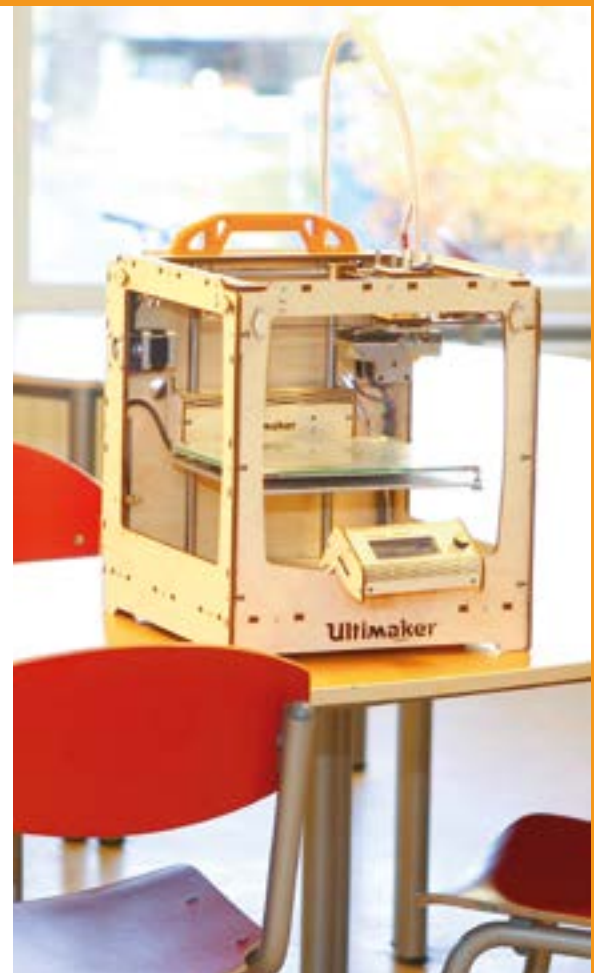
“De ouders zijn ook enthousiast,” legt Tjeerdsma uit. “Bij een van de ouders

was een rekje van de vaatwasser kapot. Dat had hun kind toen getekend en opgestuurd. Dat had ik voor hem uitgeprint, wat hij niet wist. Enige tijd later hadden we een presentatie van de printer op school en heb ik hem het onderdeel overhandigd. De reactie van de mensen op dat moment is zo leuk om te zien.” “We hebben nu een Techniek Commissie opgericht met ouders erin, waarvan één op het mbo werkt. We willen met de kinderen gaan kijken wat ze kunnen maken om te verkopen. We willen bijvoorbeeld graag een tafeltennistafel op het plein, maar dat kost geld. Wat kunnen wij dan maken om te verkopen? Dan moeten ze kijken wat het plastic dat in de printer gaat kosten en hoe duur hun product dan moet zijn. Ondernemend leren en leren ondernemen gaan zo hand in hand”

Ouders worden zoveel mogelijk bij het project betrokken, en niet zonder reden. “De techniek gaat zo snel. En daar zit ook een gevaar in,” legt Wiersma uit. “Toen de mobiele telefoons kwamen, hadden ouders geen idee wat kinderen er allemaal mee konden doen. Dat kan gevaarlijk zijn. Dat willen we nu voorkomen door ouders er direct bij te betrekken.”

Er is zelfs een heel netwerk van 3Dkanjers. “Er is een online community waarop de kinderen kunnen inloggen en met andere scholen ideeën kunnen uitwisselen. Dat zou zelfs internationaal kunnen,” legt Tjeerdsma uit. Wiersma vult aan: “Dat gaat allemaal in het Engels, dus zo leren de kinderen ontzettend veel. Zo kunnen ze van elkaar leren en hoeven ze dingen niet dubbel te doen. Op het internet zijn geen grenzen.”

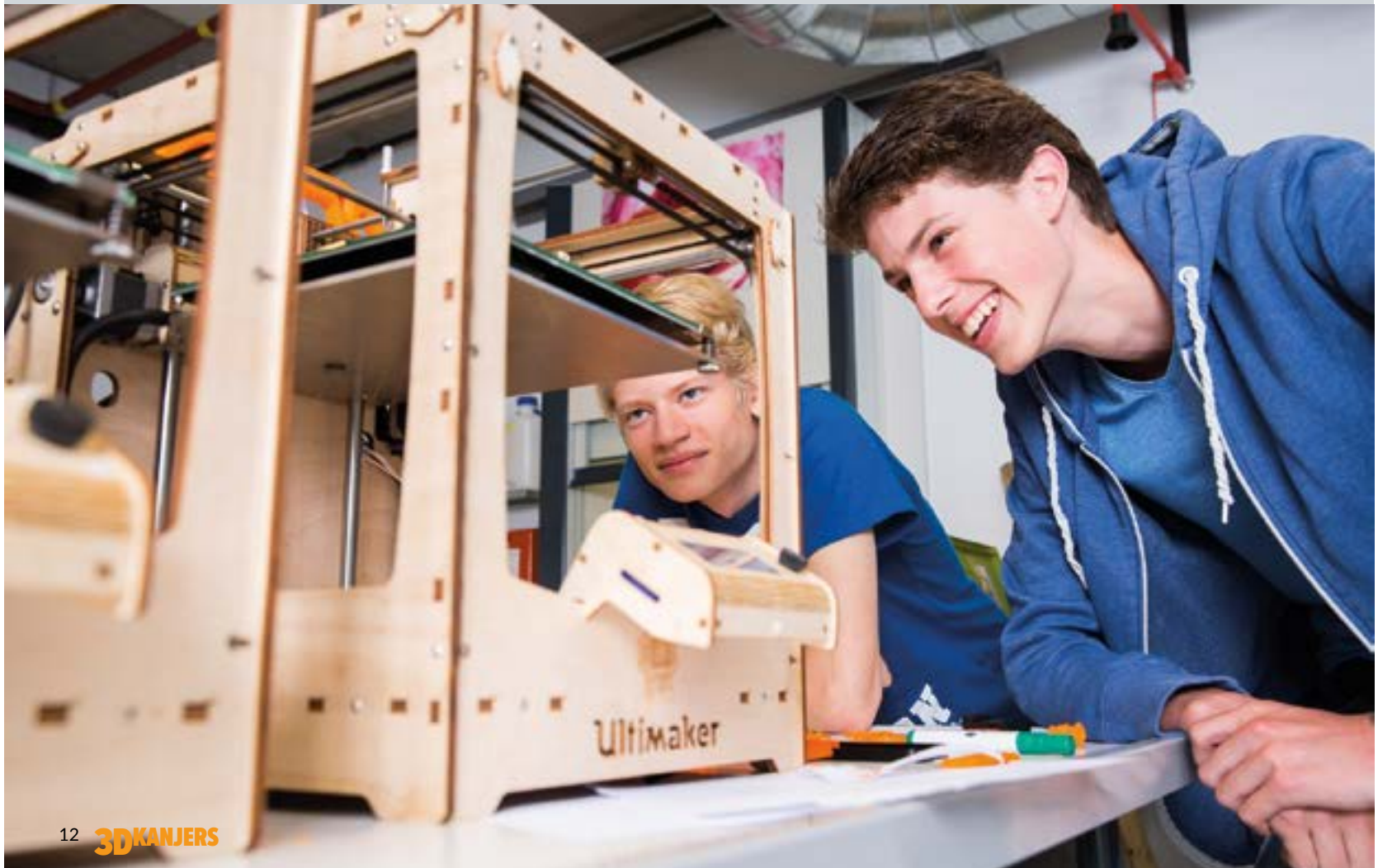
Wiersma trekt de samenwerking tussen verschillende organisaties nog verder door. “Wij werken in Noordoost-Fries-



land met zes gemeenten samen. De bedoeling is dat op elke basisschool zo'n printer of ander ICT lesmiddel komt te staan. In onze gemeente doen alle scholen mee. Het doel is om op deze manier ICT in het onderwijs meer vorm te geven. We hebben een Kennislab opgericht voor Noordoost-Friesland. Daarin werken overheden, bedrijven en diverse kennisinstellingen – van basisscholen tot universiteiten – mee aan het verder ontwikkelen van deze kennis en vaardigheden. We nodigen ook bedrijven uit om mee te doen en op de scholen te kijken om een deel te financieren. Zij kunnen ook meedenken over het lespakket. De kinderen kunnen dan weer dingen voor de ondernemer maken en een kijkje nemen op het bedrijf. Zelf heb ik in de bouw gezeten en ik weet nog toen ik van de HTS kwam, dat mijn kennis alweer achterhaald was. We willen een doorgaande leerlijn maken, zodat wat kinderen nu op de basisschool leren uiteindelijk herkennen in de praktijk.”

Creëren zonder grenzen

Hoe helpt de
3D-printer onze leerlingen om 21st century skills te ontwikkelen?



De mogelijkheden van een 3D-printer binnen de school zijn oneindig. Niet alleen de ontdekkingsreis die de leerlingen ervaren in de wereld van 3D-printen en hun verwondering over de oneindige mogelijkheden maar het zelfvertrouwen, samenwerken, probleemoplossend en flexibele vermogen groeien met de dag. Voor mij is niets mooier dan dat wij dit onze leerlingen mogen meegeven.

Wat is 3D-printen nu eigenlijk en wat kan je ermee?

Allereerst is een digitaal ontwerp nodig van een voorwerp. De 3D-printer is het gereedschap om je creatie te maken. Het kunststof (PLA) wordt verhit tot het smelt waarna de spuitkop van de printer de laagjes opbouwt. Het eindresultaat is een stevig voorwerp van kunststof.

De mogelijkheden van een 3D-printer zijn eindeloos. Het stelt de leerlingen in staat om voorwerpen of onderdelen te maken op een manier die voorheen niet mogelijk was. Een voorbeeld hiervan is dat een leerling een sleutelhanger heeft gemaakt met draaibare onderdelen erin. De sleutelhanger is niet in verschillende onderdelen maar als één geheel door de printer geprint en alle onderdelen kunnen gewoon draaien!

Waarom 3D-printen in het onderwijs? Waar levert het een bijdrage aan?

De 3D-printer is momenteel niet meer weg te denken in onze wereld waar technologie steeds sneller en geavanceerder wordt. Als vooruitstrevende school en vanuit onze visie “samen kunnen oplossen van problemen” hebben wij er voor gekozen om in samenwerking met 3Dkanjers de uitdaging aan te gaan.

Ik heb met 30 leerlingen twee 3D-printers gebouwd. We zijn de samenwerking met basisschool Dok 12 aangegaan omdat we het als onze maatschappelijke taak zien om het makeronderwijs en



3D-printen in het bijzonder, uit te dragen en te promoten. De groep bestond uit zes leerlingen uit groep 7 van Dok 12 en 24 eigen leerlingen uit leerjaar 1 en 2 van alle niveaus. Ook hebben twee leerlingen (Noah van Bochove en Daan Bruijn) uit havo-4 aangeboden om mee te mogen helpen vanuit hun interesse in de 3D-printers.

Februari 2016 was het dan zover. Met Noah en Daan ben ik de uitdaging aangegaan om met 30 leerlingen de printers te gaan bouwen.

In de bouwfase hebben leerlingen mogen ervaren dat het niet erg is om fouten te maken. Het onderdeel haal je uit elkaar, herstelt de fout en zet je vervolgens gewoon weer in elkaar. Nog altijd denk ik met trots terug aan het bouwproces. De gedrevenheid die ik heb mogen voelen en ervaren waarmee de printers zijn opgebouwd en dat ik er onderdeel van ben geweest geeft een heel dankbaar en onbeschrijfelijk trots gevoel.

Door het bouwproces werd onderlinge communicatie (waarin een groot leeftijdsverschil speelt) en het vertrouwen in het “er mogen

zijn” als persoon versterkt. Dit proces dat bij de leerlingen gaande was versterkte niet alleen hun zelfvertrouwen maar ook vaardigheden als samenwerken, kritisch denken, probleemoplossend vermogen, zelfverantwoordelijk leren en flexibel leren opstellen. SKILLS die onze jongeren(jong volwassenen?) nodig hebben om te kunnen functioneren en een bijdrage te kunnen leveren aan de kennissamenleving.

Voor Daan en Noah waren dit eveneens waardevolle momenten. In plaats van leerlingen hadden ze nu de rol als begeleider om leerlingen aan te sturen en te helpen bij vragen. In het begin vonden ze dit onwennig omdat ze zelf leerling zijn, naarmate de tijd vorderde groeide ze uit tot 2 volwaardige begeleiders.

Na de bouw van de printers hebben we als school meegewerkt aan de leerlijn voor het maken van een waterraket. Ultimaker en 3Dkanjers hebben een inspirerende film gemaakt hoe je voor het thema waterraket als PO, VO en HO kan participeren om de 3D-printer in te zetten. Een aanrader om ze te bekijken als inspiratie om de 3D-printers in te zetten. Mijn leerlingen vonden het geweldig om met de waterraket bezig te zijn. Voor hun geldt 1 regel, hoe zorgen we ervoor dat de raket nog hoger kan.

De printers staan, en nu?

Nu staan de printers klaar maar hoe ga ik zorgen dat de printers ook gebruikt gaan worden? Ik had veel ideeën maar kon er nog niks concreets mee. Na een gesprek met Remco van 3Dkanjers werd ik geïnspireerd om de 3D-printers als gereedschap en maatschappelijk verantwoord in te gaan zetten. Dit schooljaar ben ik met 20 leerlingen gestart met het thema “Als ondernemer aan de slag”. Hiervoor heb ik een werkboek voor leerlingen geschreven en diverse kleine ondernemers en stichtingen benaderd om mee te werken aan het project. Hier werd enthousiast op gereageerd. De volgende ondernemers uit Amersfoort doen mee aan het project; Pure Balans, dierenzaak Dobey, kinderdagverblijf Bzzzonder, Ski-Fun en stichting Infinita. Waarbij ik bijzonder dankbaar ben dat zij tijd willen steken in onze leerlingen om verder te groeien in hun zijn. In deze matinee leren leerlingen om als ondernemer te denken op veel en diverse gebieden: het nadenken en bedenken van oplossingen voor een probleem, onderzoek doen naar de branche sector, communicatieve vaardigheden verbreden, taken verdelen zoals een notulist en voorzitter, leren tekenen in 3D-software programma's en niet te vergeten het prototype en uiteindelijke eindproduct printen.

Ook Noah heeft dit schooljaar niet stilgezeten en een mooie prestatie geleverd voor zijn profielwerkstuk. Hij heeft met een Raspberry Pi (een minicomputertje) een portal gebouwd waarmee wij nu de



Sara Seamari over
het integreren van de
3D-printer in het onderwijs.



SARA SEAMARI

s.seamari@vathorstcollege.nl

Ik ben technisch onderwijs assistent voor de vakken science, natuurkunde, biologie en scheikunde op het Vathorst College. Ik zorg dat voorbereidingen voor het practicum geregeld zijn, ik begeleid leerlingen, ik ben verantwoordelijk voor budgettering en voorraadbeheer en ik pas lesmateriaal aan. Verder begeleid ik een groep leerlingen in mijn matinee (lesblok waar leerlingen zelf een onderwerp kiezen) met de 3D-printer; "Als ondernemer aan de slag".

printopdrachten draadloos naar een van onze 3D-printers kunnen sturen. Noah heeft hiervoor diverse programma's geschreven, testen verricht, een toegankelijke site gebouwd, met de ict-afdeling moeten communiceren, kortom alles wat er nodig was om dit project te laten slagen. Zijn kracht, passie en visie "om de printers toegankelijk en simpel te maken voor onze leerlingen" hebben ervoor gezorgd dat wat toen nog onmogelijk leek, mogelijk werd en inmiddels operationeel is. Als school kan ik het mij voorstellen dat het lastig kan zijn om een leerling de vrijheid te geven om een portal te bouwen, maar hoe mooi is het als een leerling zijn sterke punten kan en mag inzetten om mijn werk (om de ontwerpen te printen) en de toegankelijkheid voor leerlingen te vereenvoudigen. Zo snijdt het mes aan twee kanten.

Wat komt erbij kijken? Hoe kan ik ermee starten?

Door de expertise van Remco van 3Dkanjers zijn we begonnen met het schrijven van een plan van aanpak. Dit is een essentieel onderdeel voor en tijdens het bouwproces geweest. Het plan van aanpak liet ons goed nadenken over het "wie, wat, waar, wanneer en hoe". Zo kreeg ik een goed beeld van de verschillende fases van het bouwproces en welke voorbereidingen op welk moment getroffen moesten worden. Het plan van aanpak was voor mij en de leerlingen de rode draad in het bouwen van de printers en alles wat er verder bij komt kijken.

Hoe ervaren de huidige gebruikers de inzet van een 3D-printer? Mijn matinee leerlingen hebben gekozen voor het project "als ondernemer aan de slag" en zijn gedreven en enthousiast om een mooi eindproduct te mogen afgeven aan de ondernemer waaraan ze zijn verbonden. Leerlingen binnen de school kunnen de printer inzetten bij elk project waar ze mee bezig zijn. Een voorbeeld is bij bruggenbouw. Leerlingen mochten een onderdeel ontwerpen en printen die ze in de brug gebruikten om de constructie te verstevigen. Leerlingen ervaren dat het niet gaat om het printen van een voorwerp maar dat het ontwerpproces dat er aan vooraf gaat veel belangrijker is. Het uiteindelijke resultaat, een geprint voorwerp, is natuurlijk de kers op de taart. Het is het tastbare resultaat waar je zo lang aan gewerkt hebt. En als het dan ook nog werkt ...!

Wat maakt de aanpak van 3Dkanjers nu zo uniek?

We hebben ervoor gekozen om de 3D-printers via 3Dkanjers de school in te halen. Een "goedkopere" oplossing was om de printers los te kopen. Maar de expertise en steun die ik kan vinden bij 3Dkanjers, zowel op technisch als onderwijskundig vlak, heeft een enorme meerwaarde. Het is een totaalpakket waarmee ik ook weet dat de implementatie in school goed geregeld is. Dat gaf mij vertrouwen en de motivatie om een mooi project neer te zetten voor de leerlingen.



SOMS IS HET EI ER EERDER DAN DE KIP DOOR HEEFT

Vorig jaar zijn op het Vathorst College niet één, maar twee prachtige eieren gelegd. Twee gloednieuwe, kakelverse 3D-printers staan klaar voor gebruik. De titel slaat op de sectie beeldende vorming. Een vak waar bij uitstek kansen liggen voor het gebruik van de 3D-printer, die wij op moment van schrijven nog niet hebben ingezet. Wij kunnen dan ook nog geen ervaringen delen, wel gedachtes en ideeën.

Als docenten beeldende vorming zijn wij voortdurend op zoek naar het opstarten en op gang houden van het creatieve proces van onze leerlingen. In een onderwijsstructuur waarbij de leerling moet slagen aan de hand van zijn cijfers is de beoordeling van werk heel belangrijk voor hen. Dit lijkt druk te leggen op het aangaan van het creatieve proces. Hoe kunstzinnig en artistiek verantwoord een creatie ook is, altijd komt de vraag naar de becijfering. Wij denken en hopen dat het gebruik van een 3D-printer de leerling kan helpen bij het loslaten van de grote focus op het eindproduct. Immers, pas aan de hand van een duidelijk ontwerp doet de printer het laatste werk. Hierdoor kan er meer aandacht en ontspanning zijn in de weg naar het ontwerp toe. Natuurlijk

kan het eindproduct anders uitpakken dan verwacht. Dat is alleen maar interessant!

Waar wij als sectie beeldende vorming kansen zien is bijvoorbeeld in de richting van architectuur, product design en mode. Hanna sprak laatst ontwerper Chris van den Elzen die een schoen toonde waarbij hij de zool had geprint en de voet van leer handgemaakt had. Oud en nieuw komen dan samen en vullen elkaar naadloos aan. Een ander voorbeeld is architectuur. Waar leerlingen bij wijze van spreken met wattenstaafjes en lucifers in de weer waren om bouwwerken na de industriële revolutie te maken, kunnen zij nu met behulp van de 3D-printer relevante onderdelen van kunststof vervaardigen en daarmee verder bouwen. Hierdoor hopen we het werk van de leerling naar een hoger plan te trekken waarbij concept en praktijk samen komen.

De schets- en ontwerpfase wordt volgens ons belangrijker. Het gebruik van de 3D-printer vraagt om een goed doordacht concept van de leerling. Wij denken dat dit onder andere een ontwikkeling van het ruimtelijk inzicht betekent, wat vakoverstijgend zijn voordelen heeft. Ons voornemen is in kleine stappen de 3D-printer te integreren in onze lessen. Van simpele vormen naar ingewikkelde ontwerpen. Vanuit plezier en nieuwsgierigheid zullen nog veel eieren gelegd en uitgedeeld worden!



JUDIT HÓDOS en HANNA MAAS

Docenten beeldende kunst en vormgeving,
Vathorst College Amersfoort



een fietspomp tot vrij moeilijk met een speciaal afschietmechanisme en een parachute.

Het is niet alleen gaaf!

Het afschieten van een waterraket is super gaaf om te doen. Het wereldhoogterecord staat op meer dan 600 meter, maar dat ga je waarschijnlijk niet halen. Je kunt wel proberen om zo hoog mogelijk te komen! Het is dan wel belangrijk om te weten hoe een echte raket precies werkt en wat je hiervan kunt toepassen op je eigen waterraket.

Hoe moeten bijvoorbeeld de vleugels eruit zien en waar moeten ze precies zitten? Moet de neuskegel spits zijn of juist lijken op een halve bol? Is je raket wel goed in balans?

3Dkanjers Waterraket

3Dkanjers heeft een leskaart een aantal ideeën om een super gave



waterraket te bouwen met behulp van de 3D-printer. Van makkelijk tot redelijk moeilijk. Onze eigen 3Dkanjers waterraket gebruiken we hierbij als voorbeeld. Deze is te downloaden op youmagine.



Wat is een waterraket?

Een waterraket is een raket gemaakt van een plastic fles (PET-fles) dat wordt voortgestuwd door water. Door de fles te vullen met water en daarna lucht erin te pompen, schiet de fles omhoog.

Er zijn verschillende manieren om een waterraket te bouwen en af te schieten. Heel simpel met een kurk, ventiel en

Freek van Iersel, leerkracht op De Singelier in Diever. "Een prachtig proces waarbij kinderen veel leren door te ontdekken, trial & error. Deze pragmatische aanpak heeft de kinderen ruimte gegeven om te creëren, deze creaties uit te werken tot prototypes en vervolgens na eventuele aanpassingen definitief te vervaardigen. Het heeft vaak fout mogen gaan en dat dit mag en er zelfs bij hoort is voor kinderen een eye-opener geweest. Leuk om te noemen is dat dit project ook opgemerkt is door Ultimaker en het graag heeft willen gebruiken ter promotie van het gebruik van 3D-printers in het onderwijs, in de vorm van een filmpje.



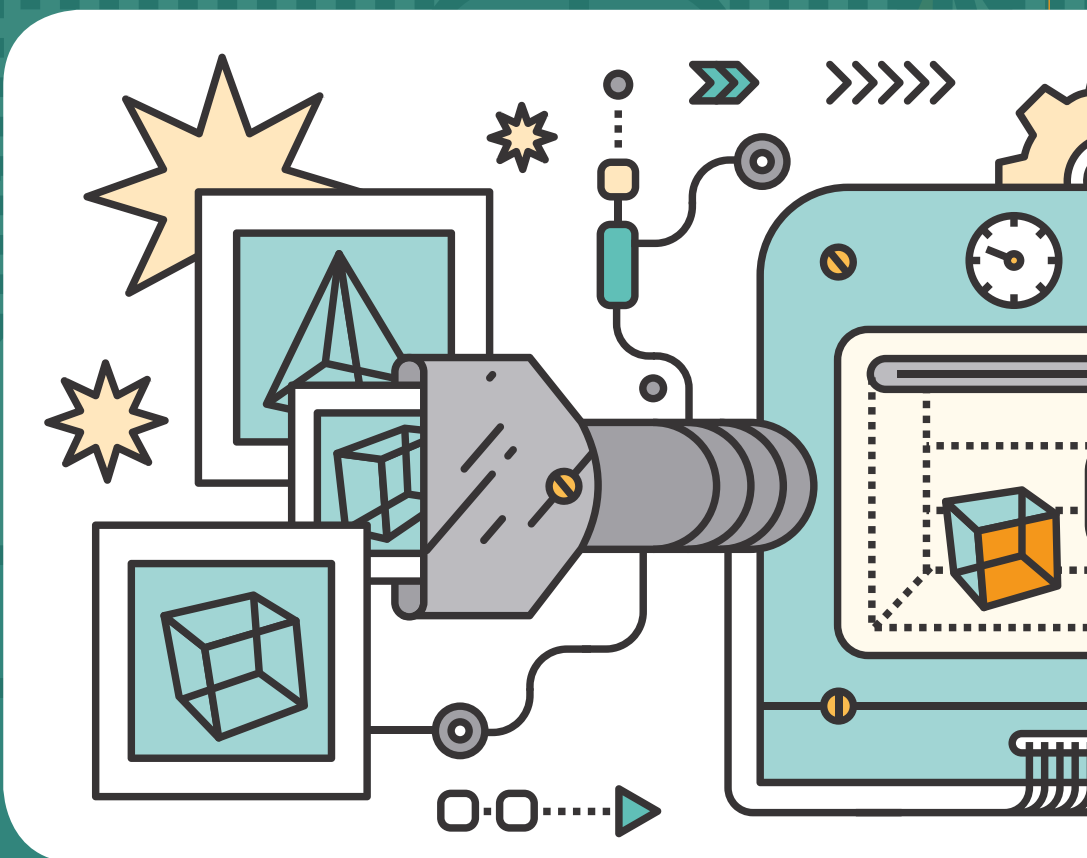
Lesidee: Waterraket

1 VISIE

2 SCHOOLBESTUREN

3 DKANJERS

Denken over ICT vanuit een onderwijsvisie is de ICT-beleidsmedewerkers René van den Broek en Daniël Rense op het lijf geschreven. Beiden hadden al een jarenlange onderwijsachtergrond voordat ze de afslag naar ICT namen. De visie op onderwijs, 21-eeuwse vaardigheden en het 3Dkanjersproject sluiten naadloos op elkaar aan, zeggen René en Daniël.



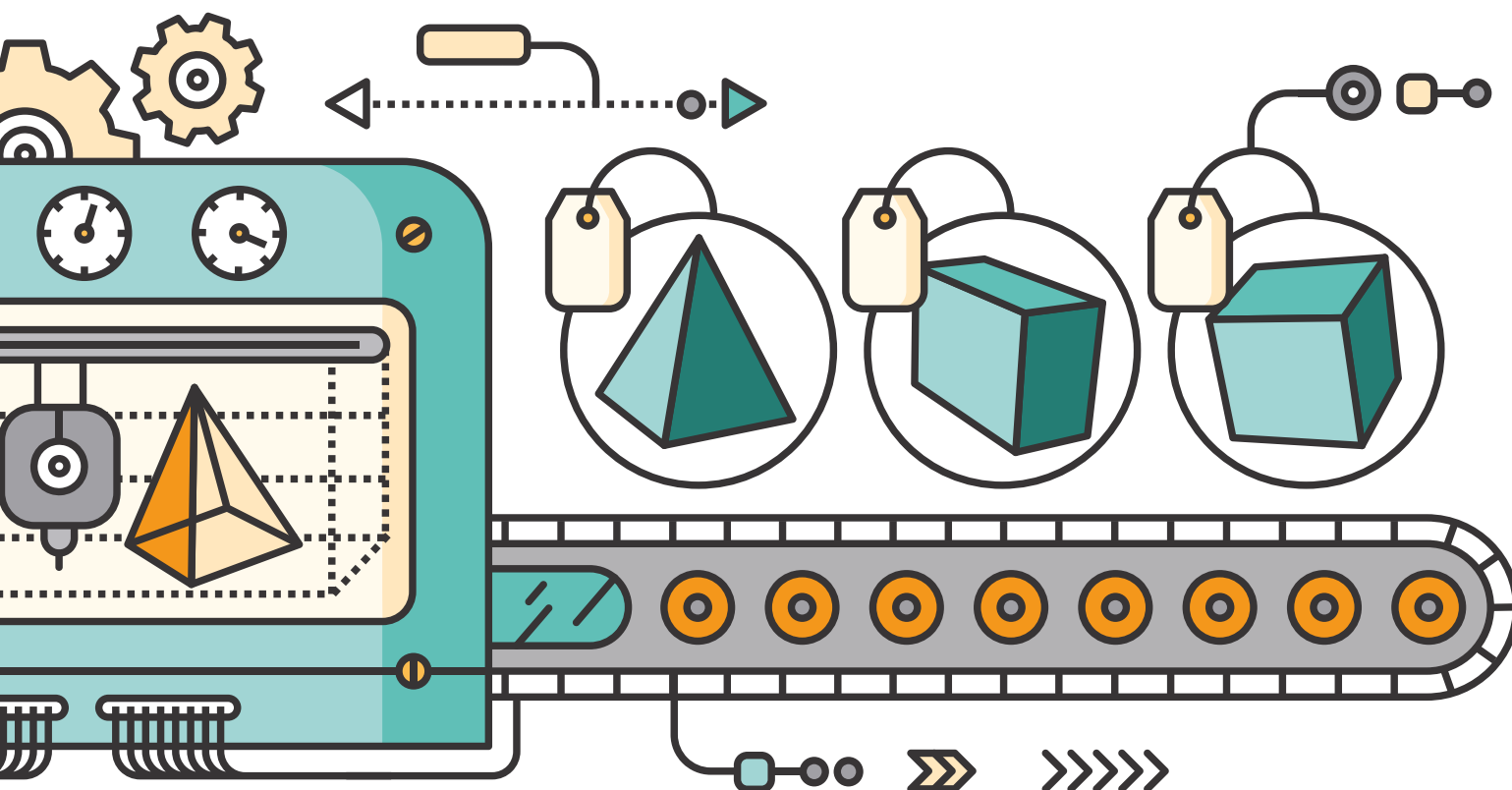
René werkt voor KPOA, het bestuur van de Katholieke basisscholen in Amersfoort. Daniël is in dienst van Stichting Meerkring, het openbaar onderwijs in dezelfde stad. De samenwerking is best opmerkelijk want naast collega's zijn er tussen beide besturen ook verschillen. René legt uit hoe dat zo is gekomen. "Onze stichtingen willen al langer op een breed vlak met elkaar samenwerken en van elkaar leren. Daarom zijn bijvoorbeeld de bestuursbureaus van beide organisaties al een paar jaar in hetzelfde gebouw gehuisvest. Samenwerken op ICT-gebied is een logische stap in dat proces. ICT is zó complex en breed, dat schaalvergroting echt een must is om voldoende expertise in huis te hebben en om elkaar scherp te houden. We zoeken met elkaar dingen uit en delen onze best practices."

Daniël vult aan: "In onze gezamenlijke visie op ICT gaan we er vanuit dat ICT de onderwijskwaliteit naar een hoger plan tilt. ICT is daarmee altijd ondergeschikt aan de visie op onderwijs. Neem het beeld van een piramide: de onderwijsvisie staat bovenaan, en naar beneden toe wordt dat steeds breder uitgewerkt. Vanuit ons strategisch beleidsplan is het werken aan

de 21-eeuwse vaardigheden van onze leerlingen een belangrijk speerpunt. 3Dkanjers heeft dat in zich. Met dit project leren kinderen samenwerken, verantwoordelijkheid dragen, Engels, creatief oplossingsgericht denken, en oh ja, ook nog hoe een 3D-printer technisch in elkaar gezet moet worden. 3Dkanjers is veel meer dan een dingetje, het zit ingebed in een totale onderwijsvisie. Dat past bij hoe wij ons onderwijs vormgeven. Samen met de kinderen werken we aan hun ontwikkeling. Die benaderingswijze en manier van aanpak waren voor ons heel belangrijk bij de keus voor 3Dkanjers."

De ervaringen

Bij zowel KPOA als Meerkring is voor 2 scholen voor het 3Dkanjerstraject gekozen. Hoe zijn de ervaringen met 3Dkanjers tot nu toe? René vertelt: "Op één school zit de 3D-printer al bijna in elkaar. De kinderen van de plusklas zijn er enthousiast mee bezig. Ze balen er nu al van dat ze de 3D-printer over een poosje weg moeten geven. Op de andere school heeft de waan van de dag het vooralsnog gewonnen; daar is het project nog niet gestart." Bij Meerkring is het beeld hetzelfde: op de ene school zijn leerlingen onder leiding van de leer-



kracht en een ouder volop bezig en de andere school wacht nog even met de introductie. “Wij vinden dat niet erg”, benadrukt Daniël. “Juist ook de flexibiliteit vanuit 3Dkanjers is erg prettig, dat je ermee start als je er aan toe bent. Dat is veel beter dan dat je ermee start omdat dat moet van de organisatie. Die manier van denken past bij ons. De besturen geven de kaders aan voor de scholen. De scholen geven daar vervolgens zelf hun invulling aan, op basis van hun visie en jaarplanning en de wensen vanuit de betrokken ouders. Zo werken sommige scholen aan gepersonaliseerd leren, hebben de kinderen hun eigen device en zijn leermethodes niet leidend. Andere scholen zijn voorzichtiger met ICT.”

René en Daniël zien hierin meteen een kans voor verdere samenwerking tussen de beide besturen. “Als je de scholen die ongeveer in dezelfde ontwikkeling zitten aan elkaar koppelt, dan kunnen ze van en met elkaar leren, net zoals wij dat op bestuursniveau doen. Ook op schoolniveau willen we de verbinding met elkaar zoeken, uitwisseling tot stand brengen en elkaar ondersteunen.”

En verder

3Dkanjers loopt dus. En nu? Wat doen de besturen nu om te voorkomen dat volgend jaar de 3D-printers staan te verstoffen in de kast en we de foto's hebben ter herinnering aan weer een leuk project? Het blijkt dat ook de uitvoering van dit project een leerproces op zich is, vol voortschrijdend inzicht. Bij aanvang was het idee, om de 3D-printer ieder half jaar weer uit elkaar te halen en door te sluizen naar een volgende school. Inmiddels blijkt het geheel van het traject zo waardevol, dat KPOA ervoor lijkt te gaan kiezen om de 3D-printer op de scholen te laten staan, en andere scholen eenzelfde traject aan te bieden. Bij Meerkring maken ze er wellicht een ICT-leskist van, die de scholen langs gaat. Komend voorjaar is er meer ervaring met 3Dkanjers en kunnen die met elkaar gedeeld worden.

Tijdens het interview vliegen vervolgens de ideeën over tafel. Wat René en Daniël mee willen geven is te zorgen voor herhaling van het leerproces, zowel in volgende leerjaren als op andere scholen. En voor dat creatieve leren kun je meer midelen inzetten dan alleen de 3D-printer. Zo heeft Meerkring Makey Makeys gekocht voor de kinderen uit groep 7 en 8 die niet meebouwen aan de 3Dprinter. Die zijn een stuk goedkoper en de leermogelijkheden zijn groot. Alle kinderen kunnen daarmee via techniek 21-eeuwse vaardigheden ontwikkelen en is er gelijkheid van onderwijs.



Niet alleen het bouwen van een 3D-printer is een mooi leerproces. Ook het buiten de kaders denken over wat je met een 3D-printer kunt, is een proces op zich. Als de besturen meerdere 3D-printers hebben, zou er best een wedstrijd tussen de scholen kunnen worden uitgeschreven, waarbij kinderen met elkaar met behulp van de 3D-printer een oplossing moeten vinden voor een probleem, iets moeten creëren wat nu nog niet bestaat. Zo'n challenge kan een vast onderdeel van het curriculum worden.

Het is belangrijk dat er over nagedacht wordt hoe de 3D-printer onderdeel blijft van het onderwijs en dat daar keuzes in worden gemaakt. Om van een incidenteel leuk project te komen tot structurele implementatie. In Amersfoort zijn ze er nog niet uit en zitten ze nog middenin hun creatieve denkproces. Net als de kinderen.

Ise Rietveld

Management assistent bij Stichting Meerkring, het schoolbestuur van alle openbare basisscholen in Amersfoort.



Meerkring
Openbaar Primair Onderwijs Amersfoort

ontwikkelen • ontmoeten • ontplooiën



Stichting voor Katholiek Primair Onderwijs Amersfoort e.o.

Hoe een 3D-printer werkt en wat je allemaal kunt maken met een 3D-printer, is voor iedereen die hem de eerste keer ziet werken een indrukwekkende en verbazingwekkende ervaring.

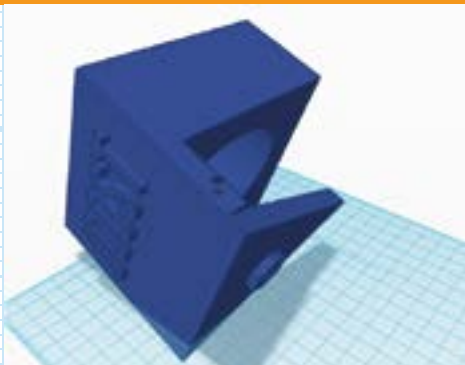


3D-PRINTEN: VOOR VELEN EEN OPENBARING

Wij zijn op AOC Oost in Borculo in najaar 2015 begonnen met het monteren van 2 3D-printers die we hebben aangeschaft via 3Dkanjers Experience. Ik ben bijzonder blij dat ik de aanschaf van de beide printers heb gedaan via 3Dkanjers, want ik heb hier altijd antwoord gevonden op de problemen die ik ben tegengekomen en ben goed begeleid bij de montage.

Een groep van 8 leerlingen uit klas 2 vmbo heeft de printers in ongeveer 2 maanden in elkaar gezet. (Gedeeltelijk in eigen uren.) Je had de gezichten moeten zien toen Remco van 3Dkanjers de printers kwam testen en de leerlingen de complimenten kregen toen de printers begonnen met hun eerste print. De zogenaamde bouwleerlingen hebben de rest van het jaar voor “hun” printers gezorgd en ook een aantal andere leerlingen op weg geholpen met het ontwerpprogramma en de 3D-printer.

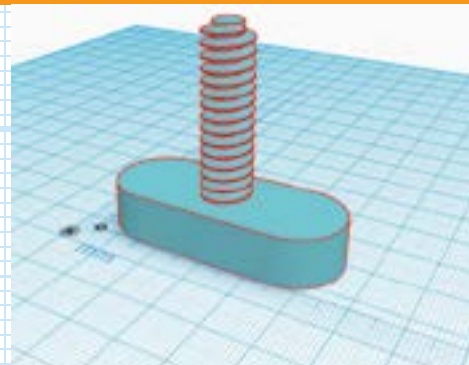
Wij hebben de printers aangeschaft om het techniekaanbod verder te verbreden. Het aanbod gaat nu al van lassen tot tractormotoren tot waterleiding maar



het werken met een 3D-printer en de bijbehorende programma's is voor heel veel leerlingen een welkome uitbreiding van de leerstof. Ik denk dat het voor de huidige leerling een must is om kennis te maken met de 3D-techniek die naar mijn mening de komende jaren heel veel voor de mensen gaat betekenen

Wat de leerlingen bij ons tot nu toe vooral doen is in eerste instantie een naamplaatje met het een of andere figuurtje maken. Een enkele leerling heeft in de gaten dat je er ook speciale dingen mee kunt maken.

Zo hebben 2 leerlingen een speciale bekerhouder gemaakt. Een bekende van



een van de leerlingen, die een zware vorm van Multiple Sclerose heeft, trilde zo erg dat hij geen beker meer kon vasthouden en door het hevige trillen kon hij ook niet zelfstandig drinken. Deze 2 leerlingen hebben toen een ontwerp gemaakt en daarna met de 3D-printer een bekerhouder geprint.

Een leerling bloemschikken uit de examenklas had een aantal ringen nodig voor haar examenwerkstuk en heeft deze ontworpen en daarna laten printen met de 3D-printer.



JOHN TE MORSCHÉ
AOC Oost Borculo

3DKanjers

Talentontwikkeling door wetenschap en techniek

Technologie zal een steeds grotere invloed krijgen op de manier waarop we leven en samenwerken. Daarmee is niet gezegd dat iedereen een technneut hoeft te worden, maar een behoorlijke mate van “technologiewijsheid” is voor de toekomst zeker een must om een volwaardig lid te blijven van de samenleving. Als gevolg van de razendsnelle, technologische ontwikkelingen zullen ook nieuwe functies ontstaan. Die omslag zal zo fundamenteel zijn dat we eigenlijk niet meer goed weten voor welk vak we leerlingen gaan opleiden. In ieder geval zullen de ontwikkelingen vragen om andere of nieuwe competenties, de zogenoemde 21st century skills.



21e eeuwse vaardigheden

In het huidige onderwijsdebat is er veel aandacht voor het onderwijs van de toekomst. De discussie richt zich onder meer op de vraag welke kennis en vaardigheden van belang zijn om leerlingen voor te bereiden op een snel veranderende maatschappij. Veel van deze vaardigheden worden samengevat onder de noemer '21e eeuwse vaardigheden'. Het betreft generieke vaardigheden en daaraan te koppelen kennis, inzicht en houdingen die nodig zijn om te functioneren in en bij te dragen aan de toekomstige samenleving.

(Thijs, A., Fisser, P., & Hoeven, M. van der (2014). *21e eeuwse vaardigheden in het curriculum van het funderend onderwijs*. Enschede: SLO.)

Daarnaast is vastgesteld dat steeds minder leerlingen in Nederland voor een technische opleiding kiezen. Dit heeft voor de nabije toekomst ernstige consequenties waar het de concurrentiepositie van Nederland in de internationale economie betreft. Om mee te kunnen doen in de mondiale economie zal de maakindustrie weer attractiever moeten worden. De innovatiekracht van het bedrijfsleven zal vergroot moeten worden. Er moet een omslag plaatsvinden naar duurzaam groeien en vernieuwen. Met name nieuwe technologieën zullen deze vernieuwing en omslag moeten stuwten.

Zonder goede technici is het echter lastig om handen en voeten aan deze omslag te geven. Het is dus nu tijd om stevig te investeren in onderwijs dat kinderen nieuwsgierig maakt en uitdaagt op het grensvlak van technologie en techniek. Techniek moet weer aantrekkelijk worden, want het is tenslotte één van de kanssectoren. Kinderen moeten in beweging komen bij het maken van de juiste beroepskeuze en ze moeten de juiste opleiding hiervoor vinden. Onze overtuiging is dat die stimulering niet pas in het voortgezet of het beroepsonderwijs moet beginnen, maar al in het primair onderwijs. In het basisonderwijs niets doen aan techniek betekent in latere fasen onevenredig veel meer noodzakelijke inspanningen verrichten om leerlingen toch voor techniek te laten kiezen.

Hoe kun je in de klas het onderwerp wetenschap en techniek leuk en uitdagend maken? Op welke manier wek je de interesse van leerlingen en stimuleer je tegelijkertijd de ontwikkeling van specifieke vaardigheden? Op veel scholen spelen al deze vragen.

Kiezen voor techniek begint met een duidelijk beeld van wat techniek of technologie nu precies is en wat je er in de praktijk mee kunt doen. Leerlingen (en hun opvoeders en leerkrachten) hebben hier vaak een verkeerd beeld van. Dat willen we met 3Dkanjers veranderen en

dat begint volgens ons met het creëren van de verwondering die wetenschap en techniek te bieden heeft.

Met de 3Dkanjers Experience, Discovery en Applied bieden we deze verwondering aan, waarbij het ontwikkelen van vaardigheden als creativiteit, ondernemingszin, probleemoplossend vermogen, samenwerking, initiatief, leiderschap en ICT-vaardigheden centraal worden gesteld. Belangrijk hierbij is dat we ons niet alleen richten op de leerlingen, maar ook op leerkrachten, opvoeders en anderszins betrokken die een belangrijke rol spelen in het keuzeprocess richting vervolgopleidingen.

In onze projecten richten wij ons vooral op de leerkrachten en leerlingen in het primair onderwijs en het voortgezet onderwijs. De centrale filosofie van 3Dkanjers is om technologie aan leerlingen aan te bieden in hun eigen school- en leefomgeving.

Vanuit verschillende perspectieven is het starten van een 3Dkanjers project zeer waardevol. Met de 3D-printer is het mogelijk om de essentie van techniek en de werking ervan al lerend en onderzoekend te ontdekken. De afstand tussen de eerste verwondering en het uitwerken van een idee naar een concreet en tastbaar object, wordt met de 3D-printer enorm verkort. Zo kun je binnen enkele minuten een object ontwerpen met een 3D-tekenprogramma en deze uitprinten op een 3D-printer. De leerlingen voelen en zien direct het resultaat en daarmee ook de verbeteringen die mogelijk zijn. Ze gaan fantaseren, bedenken, ontwerpen, voorbereiden, bouwen, testen en (her)gebruiken.

De leerlingen komen naast techniek ook in aanraking met onderwerpen gerelateerd aan natuur, rekenen, wiskunde, maatschappij, kunst en beeldende vorming. Ook ten aanzien van samenwerking en co-creatie wordt van hen wat gevraagd. Om het project te doen slagen moet iedereen een bijdrage leveren, ver-

trouwen hebben op elkaars capaciteiten, het werk verdelen, afstemmen en evalueren. Daarbij komt ook dat de wereld van 3D-printen internationaal georiënteerd is en gedurende het project leren de leerlingen via de gebruikte programma's en het internet informatie in het Engels te verwerven en te verwerken.

De 3D-printer: kant-en-klaar of zelfbouwen

3Dkanjers biedt scholen diverse arrangementen aan: de 3Dkanjers Experience, Discovery en Applied. Tijdens de Discovery en Applied werken we met een kant-en-klaar 3D-printer. Het zelf bouwen van de 3D-printer is een essentieel onderdeel van de 3Dkanjers Experience. De kern van het zelf bouwen is de leerlingen te laten samenwerken aan een gezamenlijke uitdaging en hierbij eigenaarschap te creëren. Het vraagt om coöperatief leren waarbij we zien dat verborgen talenten naar boven komen drijven. Door op het juiste moment de juiste vragen te stellen, moedigen we de leerlingen aan om zich verder te ontwikkelen. Zo creëren en construeren ze kennis door actief bezig te zijn tijdens het 3D-project. Het daadwerkelijk werken met een 3D-printer vraagt om een aanpak waarbij onderzoekend en ontwerpend leren centraal staat.

Ondernemend leren

Een 3D-printer biedt mogelijkheden voor ondernemend leren. Leerlingen worden eigenaar van hun eigen leerproces. De leerlingen worden begeleid door juist geen antwoord te geven op hun vragen, maar door vragen te stellen. 3Dkanjers stimuleert hierdoor een onderzoekende houding. De talenten die binnen het 3Dkanjers concept ontdekt worden en verder worden uitontwikkeld zijn voedingsbodem voor ondernemerschap.

Nieuwe mogelijkheden voor leerkrachten

De 3D-printer biedt ook nieuwe mogelijkheden voor de leerkrachten. Het schept ruimte voor meer interactieve

Over 3Dkanjers

3Dkanjers is een initiatief van Remco Liefing en Jos Kok. Begin 2013 besloot Remco om zich te gaan inzetten voor het stimuleren van talentontwikkeling door wetenschap en techniek in onderwijs. Hij zag de 3D-printer als een unieke kans om kinderen – op een speelse manier – in aanraking te laten komen met niet alleen techniek en wetenschap, maar ook met een andere manier van leren en ontdekken. Ook de wijze waarop 3Dkanjers initiatieven lokaal worden vormgegeven is kenmerkend te noemen. Leidende principes over organiseren en samenwerken worden in deze projecten met de betrokken partijen verkend, uitgedaagd en vernieuwd. Jos Kok heeft het initiatief met verve omarmt. Als mede-initiatiefnemer van 3Dkanjers heeft hij zich tot doel gesteld dat leerlingen van alle basisscholen in aanraking moeten komen met de 3D-printer. De jeugd maakt tenslotte de toekomst. 3Dkanjers startte in 2013 een eerste eigen pilot in Hoogeveen. Inmiddels zijn er ruim 400 basisscholen en voortgezet onderwijs instellingen in staat gesteld om hun leerlingen op een innovatieve hedendaagse manier in aanraking te laten komen met de techniek van de toekomst.

3Dkanjers wordt onder meer ondersteund door Ultimaker, Heutink, de Rolf groep, en Innofil3D om het techniek onderwijs in Nederland een forse impuls te geven. Door deze krachtige samenwerking zijn we nog beter in staat om scholen te helpen met het actief en duurzaam inzetten van de 3D-printer in het klaslokaal.



activiteiten in het klaslokaal en kan de leerkracht driedimensionale hulpmiddelen printen om moeilijkere onderwerpen te illustreren. Tijdens de geschiedenisles kunnen historische objecten worden geprint, zodat ze meer in detail bekeken kunnen worden. Tijdens de aardrijkskundeles kunnen bijvoorbeeld topografieën geprint worden en voor natuur en techniek kunnen dieren, botten, organen en andere biologische objecten worden geprint. De mogelijkheden zijn eindeloos, kijk maar eens op youmagine.com of thingiverse.com.

Aan de slag met 3Dkanjers

3Dkanjers heeft diverse arrangementen samengesteld voor scholen die een 3Dkanjers project willen starten: De 3Dkanjers Experience, De 3Dkanjers Discovery en 3Dkanjers Applied.

- **3Dkanjers Experience:** Unieke leerlijn waarin de leerlingen de 3D-printer ook zelf gaan bouwen. Speciaal voor het primair, speciaal en voortgezet onderwijs (onderbouw).
- **3Dkanjers Discovery:** Een aanpak speciaal voor het primair onderwijs en de onderbouw voortgezet onderwijs waar het ontdekken, verkennen en gebruiken van een kant-en-klare 3D-printer centraal staat.
- **3Dkanjers Applied:** Een leerlijn (met natuurlijk een 3D-printer) voor leerlingen boven de 14 jaar met alle voordelen van 3Dkanjers.

Een 3Dkanjers project kan gestart worden vanuit een collectief (regionaal) project of op verzoek van een individuele (basis)school. Wij bouwen continu aan regionale projecten waarbij er ook een groot financieel voordeel wordt gecreëerd voor de deelnemende scholen. Neem altijd even contact met ons op om te horen of er een project bij u in de buurt is.

1 De 3Dkanjers Experience



3Dkanjers heeft een unieke leerlijn ontwikkeld: 3Dkanjers Experience. Deze leerlijn is in samenwerking met de betrokken leerkrachten uit de 3Dkanjers projecten en de studenten van de pedagogische academie van de Hanzehogeschool Groningen tot stand gekomen en is continu in ontwikkeling. Deze leerlijn omvat naast het bouwproces van de 3D-printer (wat uniek is in en buiten Nederland) ook het zoeken en maken van 3D-objecten, het 3D-printen van 3D-objecten en het onderhouden van de 3D-printer. Daarnaast zijn we van mening dat het werken met de 3D-printer in het klaslokaal ingebed dient te worden in lopende leerlijnen binnen het basis- onderwijs. Wij zijn daarom in de 3Dkanjers Community continu bezig met het ontwikkelen van nieuwe modules en inspiratiekaarten. Voor en door leerkrachten. Zo ver wij weten, is er nog geen enkele brede leerlijn rondom 3D-printen zo ver ontwikkeld en getoetst in de praktijk als die van 3Dkanjers.

Uitgangspunt van 3Dkanjers is samen leren. Niet alleen de leerlingen, maar ook de leerkrachten dienen hierbij ondersteund te worden. Door het hele land worden ervaringen opgedaan met de 3D-printer in het klaslokaal. Vernieuwende inzichten en toepassingen worden door leerkrachten vertaald in interessante oefeningen en opdrachten. Hoe fijn is het om dit met elkaar te delen en hierop door te bouwen. De digitale community van 3Dkanjers staat open voor alle betrokkenen van een 3Dkanjers project. Zowel de leerkrachten als de ondersteunende partijen hebben toegang. Denk daarbij aan studenten van de Pabo of ouders die een steentje bijdragen. Naast een digitale community organiseert 3Dkanjers ook met regelmaat regionale en landelijke bijeenkomsten.



De 3Dkanjers Experience is een compleet project en bevat:

- Uw eigen 3Dkanjers Coach die helpt bij het opzetten en uitvoeren van uw 3Dkanjers project. Onze coach blijft met uw school verbonden gedurende het totale project, soms wel een schooljaar lang.
- De vernieuwde Ultimaker Original DIY + 3D-printer met Ulti-controller en “heated bed”.
- De 3Dkanjers Experience handreiking voor leerkrachten.
- De 3Dkanjers Experience handreiking voor leerlingen.
- Aanvullend lesmateriaal (lesideeën en lessenseries).
- Toegang tot de speciale uitgebreide online bouwbeschrijving van 3Dkanjers.
- Een uitgebreide intakeworkshop en terugkommiddag voor de betrokken leerkrachten.
- Een startbijeenkomst in de klas voor de leerlingen.
- De bouwinspectie (wij zorgen er voor dat de 3D-printer goed werkt).
- Toegang tot de uitgebreide community website voor leerkrachten van 3Dkanjers.
- Diverse support mogelijkheden zoals de 3Dkanjers Coach, de ServiceDesk en de Bouwinspectie.
- 3Dkanjers certificaat.
- Ondersteunend materiaal (posters, flyers, media informatie e.d.).
- Toegang tot landelijke bijeenkomst(en) en competities georganiseerd door 3Dkanjers.



De 3Dkanjers Discovery (begeleid)

De 3Dkanjers Discovery is een volledige leerlijn waarmee een school direct een 3D-printer project kan opstarten. De 3Dkanjers Discovery is een aanpak speciaal voor het primair onderwijs en de onderbouw voortgezet onderwijs waar het ontdekken, verkennen en gebruiken van de 3D-printer centraal staat. Tijdens de 3Dkanjers Discovery wordt er geen 3D-printer gebouwd, zoals met de 3Dkanjers Experience, maar werken we met een kant-en-klare 3D-printer: De Ultimaker 2 + of Ultimaker 2 Go. De Discovery bevat onder meer een intake workshop met de betrokken leerkrachten, een kick-off met de leerlingen, een follow-up bijeenkomst, lesprogramma, toegang tot de 3Dkanjers community en diverse support mogelijkheden.



De 3Dkanjers Applied

Vanuit de interesse van de onderbouw van het voortgezet onderwijs voor de 3Dkanjers Experience en de 3Dkanjers Discovery hebben we ook een leerlijn ontwikkeld voor leerlingen boven de 14 jaar onder de naam 3Dkanjers Applied. We merken dat steeds meer scholen uit het voortgezet onderwijs zich willen aansluiten bij 3Dkanjers, de 3Dkanjers Community en aan de slag willen gaan met de kant-en-klare Ultimaker 2 plus 3D-printer.

Scholen die kiezen voor 3Dkanjers Applied krijgen naast de 3D-printer een inhoudelijk sterke 3D-workshop, toegang tot de 3Dkanjers community en een dedicated 3Dkanjers Coach. De community van VO scholen wordt steeds groter en nieuwe inzichten worden continu vertaald naar ons lesmateriaal. De laatste versie is altijd beschikbaar in onze community.

De 3Dkanjers Discovery is een compleet project en bevat:

- Uw eigen 3Dkanjers Coach die helpt bij het opzetten en uitvoeren van uw 3Dkanjers project. Onze coach blijft met uw school verbonden gedurende het totale project, soms wel een schooljaar lang.
- De vernieuwde Ultimaker 2 + of 2 Go 3D-printer.
- De 3Dkanjers Discovery handreiking voor leerkrachten.
- De 3Dkanjers Discovery handreiking voor leerlingen.
- Aanvullend lesmateriaal (lesideeën en lessenseries).
- Installatie van de 3D-printer.
- Een uitgebreide intakeworkshop en terugkommiddag voor de betrokken leerkrachten.
- Een startbijeenkomst in de klas voor de leerlingen.
- Een follow-up bijeenkomst in de klas voor de leerlingen.
- Toegang tot de uitgebreide community website voor leerkrachten van 3Dkanjers.
- Diverse support mogelijkheden zoals de 3Dkanjers Coach en de ServiceDesk.
- 3Dkanjers certificaat.
- Ondersteunend materiaal (posters, flyers, media informatie e.d.).
- Toegang tot landelijke bijeenkomst(en) en competities georganiseerd door 3Dkanjers.



3Dkanjers Applied bevat:

- Uw eigen 3Dkanjers Coach die helpt bij het opzetten van uw 3Dkanjers project.
- De vernieuwde Ultimaker 2 + 3D-printer.
- Het 3Dkanjers Inspiratieboek voor leerkrachten en leerlingen.
- Aanvullend lesmateriaal (lesideeën en lessenseries).
- Installatie van de 3D-printer.
- Een intakeworkshop voor de betrokken leerkrachten.
- Toegang tot de uitgebreide community website voor leerkrachten van 3Dkanjers.
- Diverse support mogelijkheden zoals de 3Dkanjers Coach en de ServiceDesk.
- 3Dkanjers certificaat.
- Ondersteunend materiaal (posters, flyers, media informatie e.d.).
- Toegang tot landelijke bijeenkomst(en) en competities georganiseerd door 3Dkanjers.





3Dkanjers Support

Het zelf oplossen van (moeilijke) problemen is één van de uitgangspunten van 3Dkanjers. Onderzoekend en experimenteel leren vraagt om een uitdagend project waarin fouten gemaakt mogen (moeten) worden en ervaren dat niet alles in één keer lukt. Dit maken de leerlingen (en leerkrachten) niet alleen mee tijdens het maken en printen van 3D-objecten, maar ook tijdens het bouwen (de 3Dkanjers Experience) en onderhouden van de 3D-printer.

Een 3D-printer is geen plug-and-play apparaat en enige zelfredzaamheid dient dus op een verantwoorde wijze ontwikkeld te worden. Door een 3Dkanjers project goed in te richten, aan de hand van een doordacht plan van aanpak, zal gedurende het project voldoende kennis door de leerlingen en de leerkracht worden vergaard om de 3D-printer te kunnen bedienen en eventuele basisproblemen op te lossen. Gedurende het bouwen van de printer werken we meestal met 'Bouwouders' of 'Studenten', waardoor er enige hulp in de omgeving van de school wordt opgebouwd.

3Dkanjers coach

Het eerste aanspreekpunt voor u is de 3Dkanjers coach. Deze kanjer geeft ook de workshops en is gedurende het project (tot en met de terugkommiddag) de rots in de branding. Indien nodig komt hij/zij naar de school om eventuele problemen te verhelpen.

3Dkanjers community

Wij stimuleren het gebruik van onze online community. Deze community website is ontwikkeld om leerkrachten en andere betrokkenen te ondersteunen bij het opzetten en uitvoeren van hun 3Dkanjersproject.

De Bouwinspectie (bij 3Dkanjers Experience)

Het zelf bouwen van de Ultimaker Original + DIY 3D-printer is met enige begeleiding goed te doen door de leerlingen, maar soms komt het voor dat de 3D-printer niet precies doet wat men had gehoopt. Het kan natuurlijk ook zijn dat je zeker wilt zijn of alles nu goed in elkaar is gezet.

3Dkanjers komt op locatie langs om een bouwinspectie uit te voeren en, indien nodig, de 3D-printer af te bouwen. De school krijgt dus altijd een goed werkende 3D-printer.

ServiceDesk

En natuurlijk hebben we ook een professionele ServiceDesk. Zodra het 3Dkanjersproject is afgerond en de leerkracht een 3Dkanjers certificaat heeft ontvangen, draagt de 3Dkanjers coach de support over aan één van de medewerkers van de ServiceDesk. Zij staan de leerkracht met raad en daad bij en hebben een directe lijn met de fabrikant.



11
JAAR
EN
ONDERNEMER?
KAN
DAT?

Het digibord staat aan. Een lijst met de verschillende afdelingen komt tevoorschijn. Er volgt een kort werkoverleg. Kan iedereen aan het werk? Wat heb je nog nodig? Waar loop je nu nog tegenaan? Hoe kan je dit oplossen? Na dit overleg gaat de groep uiteen. Ze verspreiden zich over de klas en de ruimtes buiten de klas. Iedereen gaat hard aan het werk. Zomaar een ochtend in groep 7 & 8 van GBS Klim-op in Middelstum. Ze zijn bezig met de bouw van de 3D-printer.

Maar ze bouwen niet alleen de 3D-printer. In deze groep zijn ze bezig om een heel bedrijf op te zetten. Kan dat? Een bedrijf opstarten met een klas? Hoe geef je dit vorm? Dat kost toch teveel reguliere schooltijd? Hoe ondervang je de verplichte lessen? Zomaar een aantal vragen die ik tijdens de bouw van de 3D-printer en het opzetten van het bedrijf heb gehoord.

Wat heb je nodig?

Mijn motto is: onderschat niet wat kinderen kunnen, maar schat ze op waarde. Dit motto is duidelijk zichtbaar in het proces van de bouw. De belangrijke elementen voor dit succes: goede voorbereiding, hulp, enthousiasme en inzet. Door deze vier elementen is het daadwerkelijk mogelijk om dit alles te bereiken.

Een goede voorbereiding is cruciaal voor dit hele proces. Toen mij werd gevraagd of ik een 3D-printer wilde bouwen met de klas, zei ik direct ja. Ik had geen idee wat het inhield, maar ik vond het belangrijk dat de kinderen ook lessen kregen in techniek. Tijdens het lezen van alle literatuur die ik van 3Dkanjers kreeg, kwam ik erachter dat het niet zomaar een projectje was. Dit vergde veel voorbereiding. Vooral toen de doos met alle losse onderdelen, schroeven, boutjes, moertjes aankwam. Maar ik werd wel enthousiast.

Langzaam ontstond het idee om een bedrijfje op te richten. Maar de invulling en het proces hiernaartoe was nog heel onzeker. De leerlingen gingen daarom eerst aan de slag met de bouw van de 3D-printer. Vanuit de literatuur van de 3Dkanjers zijn de taken verdeeld. Door goede observaties tijdens de Kick-off en de eigenschappen van de kinderen zelf, heb ik ze zorgvuldig in de juiste groep geplaatst. Een groep waar hun talenten goed tot uiting zouden komen.

Door de Kick-off was het voor de kinderen heel duidelijk wat het doel was. Hierdoor waren ze al enthousiast. Door de gezamenlijke start: het uitzoeken en noteren van de verschillende onderdelen kregen ze al in de gaten dat dit iets groots werd. Een project waar je trots op kon zijn. Door dit voorwerk kreeg de leerling, die magazijnmeester was, meer overzicht over alle onderdelen die hij beheerde en waren alle kinderen erg betrokken. De klas werd verdeeld in verschillende teams: management-team, PR-team, bouwteams en de magazijnmeester.

Weken hebben we gebouwd aan de verschillende onderdelen van de printer. Hierbij kregen we hulp van één van de ouders. Deze hulp was echt nodig om dit project te doen slagen. Het PR-team heeft elke week een verslag, foto's en films gemaakt van



het proces. Daarnaast hebben ze de publiciteit gezocht, lokaal en landelijk (radio Noord en het Jeugdjournaal). Hierdoor kwamen er ook journalisten, fotografen langs om polshoogte te nemen van het proces waar we inzaten. Het enthousiasme en inzet van de klas steeg. Men was onder de indruk van wat de kinderen maakten.

Ontstaan van een bedrijf

Na enkele weken was het bouwen van de 3D-printer klaar. De groep was zo enthousiast dat ze zelf met opdrachten kwamen: het bouwen van een website, de financiële begroting maken, handleiding maken voor het gebruik Tinkercad, films maken voor de site van de 3Dkanjers en een ouderavond organiseren.

Wat kunnen kinderen veel, elke keer stond ik er weer versteld van. Ideeën werden aangedragen, ik heb ze de ruimte gegeven, hier en daar bijgestuurd en ze soms gewoon fouten laten maken. Bijvoorbeeld e-mails laten versturen met veel spelingsfouten, die ze vervolgens weer terugkregen. We bespraken dan hoe je een nette mail stuurt naar een bedrijf. Wat voor taalgebruik hanteer je? Ook heb ik hen veel zelf laten uitzoeken: Hoe bouw je een website? Hoe kun je weten wanneer je winst draait? Hoe zet je films op een site? Prachtig om te zien. Als juf zit ik dan enorm te genieten als het ze lukt om hun doelen te bereiken.

En de reguliere stof dan?

Van een van de journalisten kreeg ik de vraag of de leerlingen wel aan de gewone lesstof toe kwam. Ik riep: "kijk om je heen! Wat zijn ze nu aan het doen?" Als je namelijk goed kijkt naar dit project, is het leerrendement zeer groot:

- Leerlingen lezen een handleiding en passen dit toe. Ze verzamelen informatie op het internet (studievaardigheden en begrijpend lezen).
- Leerlingen zochten uit hoeveel filament kostte, hoeveel je nodig hebt voor een object en hoe je de winst kunt berekenen (rekenen).
- Leerlingen schreven officiële brieven en e-mails naar instanties. Ze schreven een handleiding voor het gebruik van Tinkercad. Ze maakten een powerpointpresentatie, schreven verslagen voor verschillende websites, maakten uitnodigingen voor de ouderavond en bouwden een website (Taal). Al het schriftelijk werk werd door een medeleerling gecontroleerd op juiste spelling.
- Daarnaast hebben ze ook gewerkt aan de mondelinge taalvaardigheid: overleg met externe instantie zoals media, overleg met de directeur en voorbereiden van de presentatie van de ouderavond.
- Met dit project hebben de leerlingen ook veel samengewerkt en het heeft het een grote bijdrage geleverd aan hun zelfvertrouwen (sociale vaardigheden).
- En 'last but not least', het gebruik van techniek en ICT.

Inderdaad er vallen reguliere lessen uit, maar er zit zoveel lesstof in dit project dat het de reguliere stof grotendeels ondervangt. En meer, ze moeten het geleerde met een 3Dkanjers project ook toepassen in de praktijk.

Dus 11 jaar én al ondernemer? Kan dat? Ja, dat kan mét de goede voorbereiding, ouderhulp, enthousiasme en inzet! Ze zijn er klaar voor, de ondernemers van groep 7&8 van GBS Klim-op. Laat de bestellingen maar komen! Kijkop 3dprinterklimop.jimdo.com.



Fenny Heidema
over 3D-printen op
GBS Klim-op.



FENNY HEIDEMA

Groepsleerkracht groep 7 & 8
Taalcoördinator - Teamleider
GBS Klim-op Middelstum



3Dkanjers heeft in samenwerking met circa dertig basisscholen uit de omgeving van Meppel vijfhonderd medailles geprint voor de SNS-Kidsrun 2016. Vier basisscholen uit de gemeente Meppel deden mee aan de wedstrijd om een medaille te ontwerpen voor de SNS-kidsrun 2016. Een jury van de SNS-Bank en de Meppel City Run heeft het ontwerp

van Puck van de Laan van Kindcentrum Talent gekozen. Ieder jaar zullen vier of vijf andere basisscholen een 3D ontwerp maken.

Het 3D-printen van vijfhonderd medailles is één van de 3Dkanjers projecten voor basisscholen in deze regio. Zo worden er zelf ontworpen brillen geprint

bij Guus Brillen, kunnen leerlingen in het Drukkerijmuseum zet- en druktechnieken van weleer en nu ook van de toekomst ontdekken en loopt in Diever, dankzij de leerlingen van de Singelier, een gans rond met een 3D poot. Verschillende basisscholen hebben zelfs een eigen webshop geopend waar 3D geprinte artikelen besteld kunnen worden.



Lesidee: Medailles

Jij kan het maken!

3D-printen als talent van kinderen

Meester, hoe kan je een gat maken in een ontwerp? Ik denk na en moet het antwoord schuldig blijven. Gelukkig komt Puck eraan en die heeft in twee klikken een gat gemaakt in het ontwerp. Puck kom eens even hier en leg dat ook maar even aan de meester uit.

Als leerkracht ben ik ervoor om de kinderen aan de slag te laten gaan met 3D-printen. Wist ik waar ik aan begon? Nee, maar ik wist zeker dat als ik samen met de kinderen het leerproces in zou gaan er zeker resultaat zouden komen. En dat is er gekomen. Een echte winkel met 3D producten, 500 medailles en sneeuwpoppen voor in de kerstboom.

De kleinste winkel

Een jongen van 7 jaar heeft een prachtig idee. Tour de France sleutelhangers verkopen.

Hij heeft gezien hoe de Tour de France leeft in Nederland tijdens de start in Utrecht. Nu wil hij een jaar later zelf sleutelhangers maken en verkopen. Dit doet hij tijdens ons project 'de Kleinste winkel' (zie kader).

De kleinste winkel is een project waarbij kinderen in 6 weken tijd hun eigen onderneming starten. Als afsluiting verkopen zij twee dagen lang hun spullen in een echte winkel. Dit is een initiatief van de MeppelerOndernemerSchool. Meer informatie: www.dekleinstewinkel.nl



Het ontwerpen doet hij samen met oudere kinderen, zijn vader en meester. Maar hij zelf heeft de regie. Alleen als hij hulp vraagt krijgt hij die. Natuurlijk wordt er kritisch meegekeken en vragen gesteld over het ontwerp. Uiteindelijk heeft hij er meer dan 30 verkocht in de winkel. Een prachtig resultaat. Bijna een jaar later zijn er nog steeds mensen die zijn sleutelhanger aan de fiets hebben hangen.

Meppel Cityrun

Een wedstrijd om een medaille te ontwerpen. De kinderen veren op als ik dit aan ze vertel. Kunnen wij dan onze eigen medaille winnen bij de kidsrun? Wow vet! In ons Talentuur hebben de kinderen al meerdere uren geëxperimenteerd met Tinkercad. Hierin kun je een 3D ontwerp maken. Nu mogen ze echt iets gaan maken in plaats van een eigen naamkaartje of sleutelhanger. Dit is een serieuze opdracht.

Dertig printers

Uiteindelijk sturen wij ons mooiste ontwerp in en natuurlijk heeft deze gewonnen. De jury heeft besloten dat 30 3D-printers, 500 medailles gaan printen van ons ontwerp. Het maakt erg veel indruk op de kinderen. Iedereen wil meedoen met de hardloopwedstrijd en de medaille thuis hebben. Het wordt niet alleen een 3D succes, maar ook een sportief succes, wat mede mogelijk is gemaakt door de durf van de Meppel Cityrun en 3Dkanjers.





Sneeuwpoppen

Natuurlijk zijn dit mooie projecten, maar ook als je minder 'tijd' denkt te hebben in je rooster kun je aan de slag met 3D-printen. Denk eens aan handvaardigheid. Waarom een sneeuwpop voor in de kerstboom knutselen als je hem ook kunt printen? Wij zijn afgelopen kerstperiode gaan testen met de nieuwe Doodle 3D transform app. Deze heb ik zelf aangeschaft via kickstarter en de kinderen laten uitproberen. Zij kunnen hiermee nog eenvoudiger iets ontwerpen. Eerst hadden wij een pc nodig met de Chrome Browser. Nu volstaat de iPad met Safari. Met een paar simpele klikken ontstaat al de vorm van een sneeuwpop en een half uur later is het ontwerp af. Kinderen zien opeens dat ze wel iets kunnen maken. Dit maakt ze trots!

Leerkrachtvaardigheden

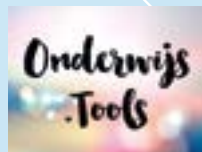
Zoals ik aan het begin al zei: Wist ik waar ik aan begon? Nee! Maar het is het meer dan waard geweest. De 3D-printer staat bij

ons in de klas en dit stimuleert al om hem te gebruiken. Hij draait niet elk moment. Dat hoeft ook niet. Het is een leermiddel waar je gebruik van kunt maken. Doe dit op de momenten dat jij er verrijking van je onderwijs voor ziet.

Durf er ook voor te kiezen dat niet ieder kind er evenveel mee in aanraking komt. Sommige kinderen kunnen de uitdaging heel goed aan en hebben deze ook nodig. Juist door hun talent aan te spreken, krijgen zij weer plezier in school. Jij bent dan een inspirator en zet het kind op het juiste spoor. Het 3D-print spoor!

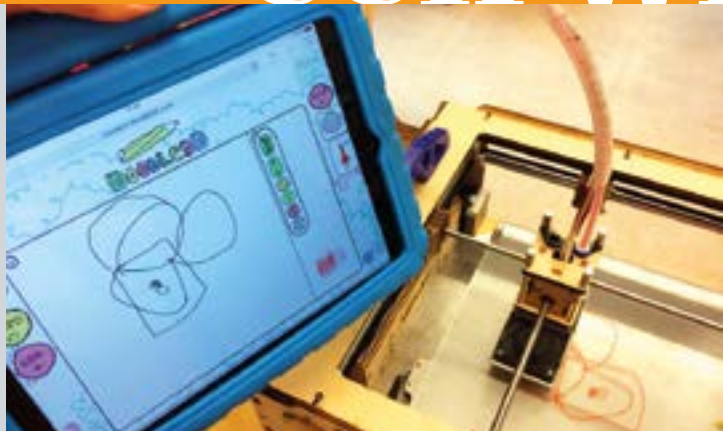
Thuis

Doordat de software webbased is kunnen kinderen er ook prima thuis mee aan de slag. Ook ouders raken enthousiast en gaan hun eigen ontwerpen maken. Deze kunnen natuurlijk prima op school geprint worden. Zo kan het ook een verrijking zijn voor de band tussen ouders en school.



SANDER GORDIJN is leerkracht en enthousiast gebruiker van ICT in de (kleuter)klas. Hij werkt op een spiksplinter nieuwe school in Meppel: www.kctalent.nl. Je kunt andere inspirerende voorbeelden vinden op zijn websites: www.meestersander.nl en www.onderwijs.tools. De leerlingen van KCtalent hebben de 3D-printer ook zelf gebouwd tijdens een 3Dkanjers Experience.

“Nee juf, dit is een windmolen!”



Een kleuter zit aan mijn bureau, op mijn stoel, met een iPad voor zich. De 3D-printer staat naast de iPad en is druk bezig met printen. Hij houdt beide apparaten nauwlettend in de gaten. “Ik dacht dat het een cadeautje was”. “Nee juf, dit is een windmolen en hij is bijna klaar! Kijk maar, het rondje is bijna groen”.

SkillsLab

In 2015 hebben wij deelgenomen aan het 3D-project van 3Dkanjers. Met behulp van een aantal PLUSklas leerlingen hebben we de 3D-printer in elkaar gezet. Sinds 2016 is de 3D-printer een vaste activiteit in ons SkillsLab. Andere activiteiten zijn bijvoorbeeld programmeren, film, verschillende robots en Virtual Reality.

21st Century Skills

Het Lab heb ik ontwikkeld na het succesvol afronden van mijn studie Onderwijs en Moderne Media. Het doel van het SkillsLab is om de kinderen de 21st Century Skills aan te leren met behulp van moderne media. Door het werken met de 3D-printer komen de kinderen met verschillende 21st Century Skills in aanraking zoals: creatief denken, kritisch denken, probleem oplossend vermogen, ICT-basisvaardigheden en samenwerken. Voor de midden- en bovenbouw was het vrij makkelijk om de kinderen aan het werk te zetten met de 3D-printer. Het was iets minder makkelijk om de 3D-printer goed in te zetten bij de kleuters. Zij kunnen bijvoorbeeld niet een half uur op een print wachten, even met Tinkercad iets ontwerpen of een ontwerp downloaden.

Doodle3D

De Doodle3D is voor mij de oplossing. Het kleine witte kastje is gemakkelijk aan te sluiten, even met je iPad inchecken op de WiFi van de Doodle3D en tekenen maar. Als een leerling klaar is, bekijken we samen de tekening. Zijn alle lijnen wel met elkaar verbonden? Anders krijg je losse onderdelen. Verder bekijken we alle mogelijkheden die er zijn om de tekening aan te passen met het Doodle3D programma. Daarna mogen de leerlingen zelf op de “printknop” drukken. Ik vertel ze dan nog over de thermometer en het grijze cirkeltje die langzaam groen wordt. Het 3Dprinten van een Doodle is sneller dan het printen van bijvoorbeeld een eigen ontwerp met Tinkercad. Met de Doodle3D print de 3D-printer alleen maar lijnen. Op deze manier kunnen de leerlingen soms na 10 minuten al hun creatie laten zien aan de juf.

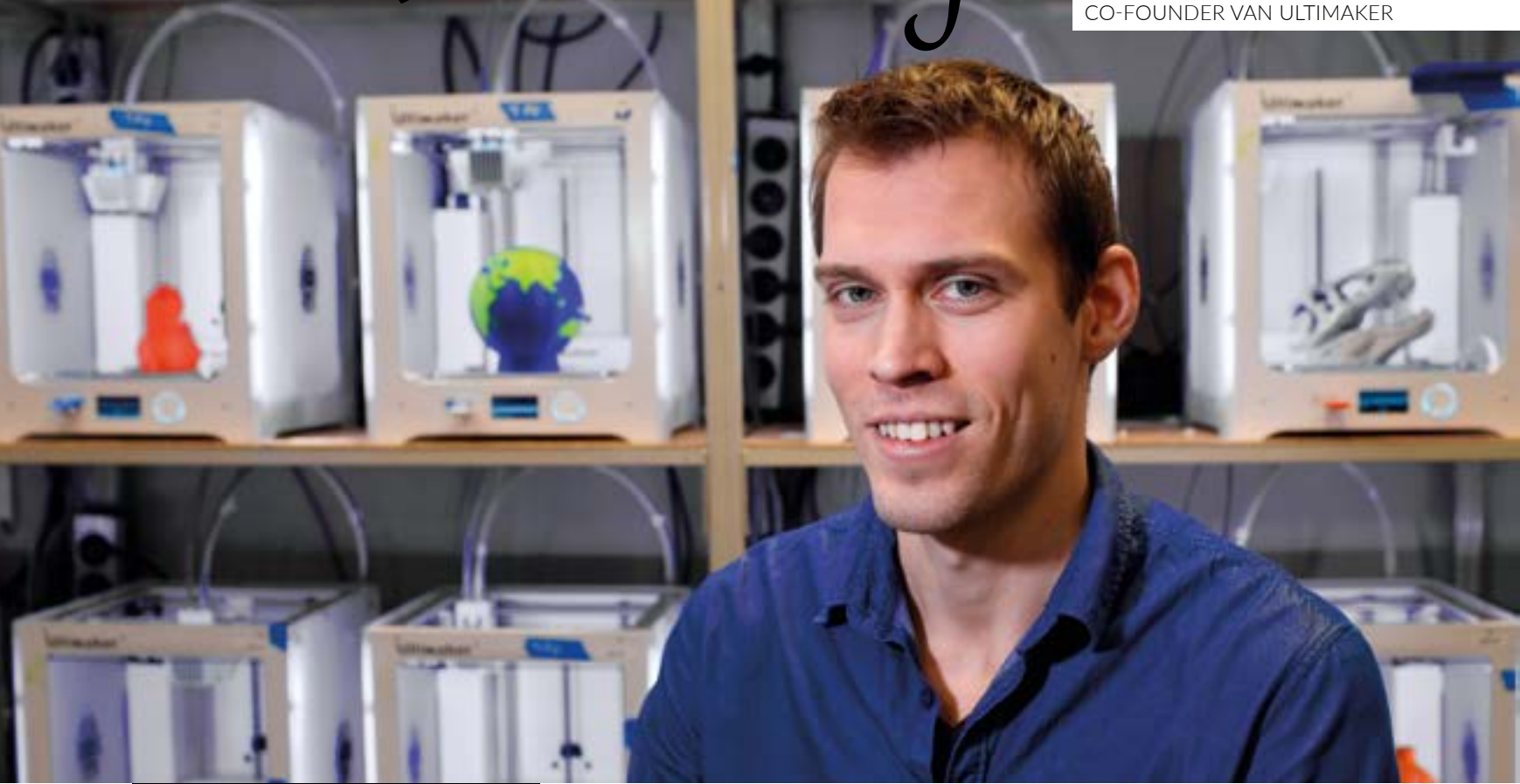
De windmolen is klaar. Voorzichtig halen we de tekening van de plaat af. Er blijft een stukje geprint filament op de plaat liggen. “Hoe kan dat nou?” vraag ik. De leerling kijkt zijn tekening op de iPad nog eens goed. “Ik ben vergeten de deur vast te maken aan de windmolen, nu kan de molenmeneer niet naar binnen!”.

Diana Molenschot

Leerkracht SkillsLab op RKBS de Rozenhorst te Rozenburg
www.facebook.com/SkillslabRozenhorst

3DINTERVIEW met Erik de Bruijn

CO-FOUNDER VAN ULTIMAKER



Naam: ERIK DE BRUIJN **Beroep:** uitvinder en ondernemer (Ultimaker, Geldermalsen). **Favoriete vak op school:** op de middelbare school was dat natuurkunde. Op de basisschool speelde ik graag met blokjes, die ik gebruikte om te bouwen, maar ook om mee te rekenen. **Ik word blij van:** Nieuwe dingen leren, vooral door het gewoon te doen!

Hoe is de passie voor techniek voor jou begonnen?

Die interesse begon al vrij vroeg! Mijn vader leerde mij solderen en spelenderwijs werken met een transistor en LED-jes, ik zat toen nog op de basisschool. Daarnaast had ik thuis ook al van jongs af aan toegang tot een computer en later ook tot kabelinternet. Iets dat nog maar weinig kinderen thuis hadden. Ik maakte thuis zelf

mijn eigen computergames en leerde dat vervolgens weer aan mijn klasgenootjes en leerkrachten.

Toen ik 17 jaar was startte ik mijn eerste bedrijfje, een eigen webdesign bedrijf, waar ik onder andere online catalogus (doorzoekbaar) maakte en bijvoorbeeld de mogelijkheid bood voor bedrijven om vacatures online te zetten. Hiermee wilde ik laten zien dat een site niet alleen visueel 'leuk' moest zijn, maar dat je er ook iets mee kon doen.

Wat is je achtergrond, wat heb je gestudeerd?

Na de middelbare school ben ik naar Tilburg verhuisd, waar ik op kamers woonde en informatiemanagement studeerde aan de universiteit. Naast technische vakken, heb ik daar vooral veel algemene bedrijfsma-

tige kennis meegekregen, wat ik pas echt eigen heb gemaakt, door het opzetten van een eigen bedrijf. Dus simpelweg door het gewoon te doen en te ervaren in de praktijk.

Wanneer kwam jij voor het eerst in aanraking met 3D-printen?

Dit kwam door het zien van de serie 2057 (op Discovery Channel). Michio Kaku, een heel enthousiaste Amerikaanse futurist en theoretisch natuurkundige, is gespecialiseerd in de theorie over de vier fundamentele natuurkrachten (de Snaartheorie) en liet je in deze serie de wereld van de toekomst zien. 3D-printen fascineerde me gelijk. Ik ging verder op onderzoek uit naar 3D-printen. Het is eigenlijk al heel oud (25 jaar), maar doordat een 3D-printer er



‘moeilijk’ uitziet werd er nog weinig mee gedaan.

Adrian Bowyer maakte dit door middel van zijn RepRap ‘open source’ project toegankelijker door tekeningen van een 3D-printer op internet te zetten. Toen ik dat zag kon ik niet wachten om te gaan bouwen! Doordat alles online gedeeld wordt, wordt het idee van deze professor Adrian Bowyer, tot de dag van vandaag, alsmáar verder doorontwikkeld en verbeterd. Zo is Ultimaker ook ontstaan.

De open source gedachte is een manier van werken die mij heel erg aanspreekt. Delen betekent voor mij bijdragen aan iets dat groter wordt. Internet maakte het al mogelijk om bestanden wereldwijd te delen, de 3D-printer maakt het nu ook mogelijk om ‘tastbare’ producten met elkaar te delen. Deze twee samen maken de mogelijkheden eindeloos.

Wat was het eerste dat je met deze 3D-printer hebt gemaakt? Waarom dat?

Het eerste wat je maakt als je een RepRap printer hebt gebouwd is een klein beker-tje, dit is namelijk een goed manier om te checken of je lijntjes goed op elkaar aansluiten en of je ontwerp waterdicht is. De eerste prints waren dat niet, maar ik gaf de hoop niet op. Daarna heb ik een extra onderdeel geprint voor mijn nieuwe 3D-printer. Deze heb ik tot op de dag van vandaag nog steeds bewaard.

Waar worden 3D-printers allemaal voor gebruikt?

Ik zou bijna zeggen waarvoor niet! Doordat 3D nu zo toegankelijk (en betaalbaar) is, worden 3D-printers op heel veel plekken gebruikt. Het begint al in het basisonderwijs, waar kinderen met 3Dkanjers nu zelf hun printer met de klas bouwen en de printer op allerlei gebieden inzetten in de dagelijkse lessen en in projecten. Bij universiteiten worden de printers gebruikt voor onderzoek,



het maken van prototypen en het maken van allerlei onderdelen. Onderdelen voor de auto industrie en de vliegtuigindustrie. Of bij speciale toepassingen in de gezondheidszorg, zoals protheses, of modellen ten behoeve van het voorbereiden van (hart) operaties of (andere) hulpmiddelen. Maar er worden ook printers gebruikt voor culinaire toepassingen met chocolade of suiker, ijsjes.

Wat maakt de 3D-printtechniek zo bijzonder ten opzichte van de bestaande ‘maak’ methodes?

Omdat je bij 3D-printen materiaal toevoegt, in plaats van verwijderd (zoals bijvoorbeeld bij frezen) heb je geen verspilling van materiaal. Je gebruikt alleen grondstoffen waar die je nodig hebt. Daarnaast kun je doordat je een model opbouwt in laagjes, modellen in één keer maken. Denk bijvoorbeeld aan een opengewerkte bal verstopt in een iets grotere opengewerkte bal (en dit dan een aantal keer herhaald). Die afzonderlijk van elkaar kunnen draaien door een verbindingspen die in het model verwerkt zit. Daarnaast kun je dit ontwerp à la minuut delen met mensen aan de andere kant van de wereld die daar exact hetzelfde kunnen uitprinten. Dit is met andere tastbare ontwerpen niet zo snel uitvoerbaar. 3D-printen biedt mede door deze redenen heel veel toegevoegde waarde en mogelijkheden.

Ultimaker doet veel voor het onderwijs, waarom is dat zo belangrijk voor jullie?

Wij hadden vroeger toegang tot computers, iets dat heel veel heeft bijgedragen aan mijn

toekomst, nu kunnen wij printers ‘bieden’ aan jongeren.

Kinderen zijn de makers van onze toekomst. Kinderen zitten vol waardevolle ideeën, die ze door toegang te hebben tot een 3D-printer tastbaar kunnen maken voor anderen. Ze krijgen de mogelijkheid om echt van toegevoegde waarde te zijn voor andere (kinderen) om hen heen. Een prachtig voorbeeld uit Engeland is bijvoorbeeld dat een jongetje die blind is, geholpen wordt door zijn klasgenootjes die wel kunnen zien. Hoe? Door voor hem een plattegrond van het schoolgebouw uit te printen, waardoor deze jongen precies kan voelen waar hij de diverse faciliteiten in het schoolgebouw kan vinden.

Ultimaker wil graag praktijkvoorbeelden en inspiratie voor in het klaslokaal wereldwijd delen. Dit doen wij via het nieuwe educatieve platform waar de pioniers uit het onderwijs, wereldwijd hun ideeën, lesmateriaal, projecten, handige tips en ervaringen met elkaar delen. Ben je nieuwsgierig naar alle mogelijkheden? Bezoek eens het platform op www.ultimaker/education

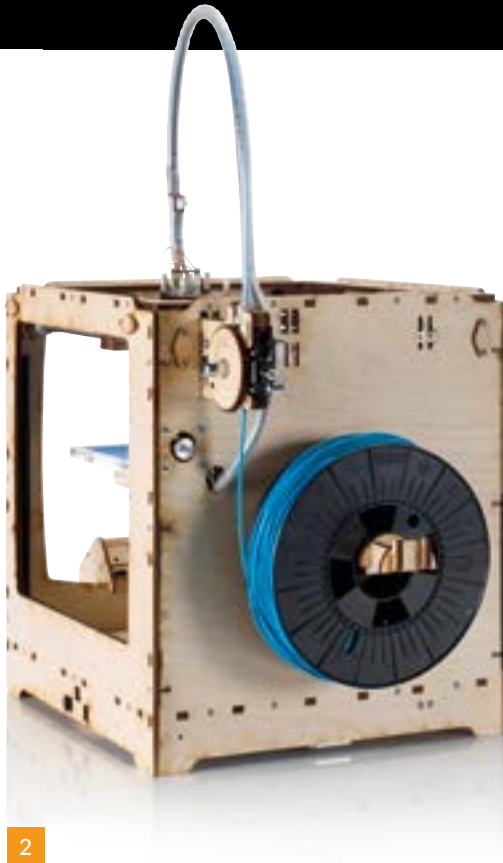
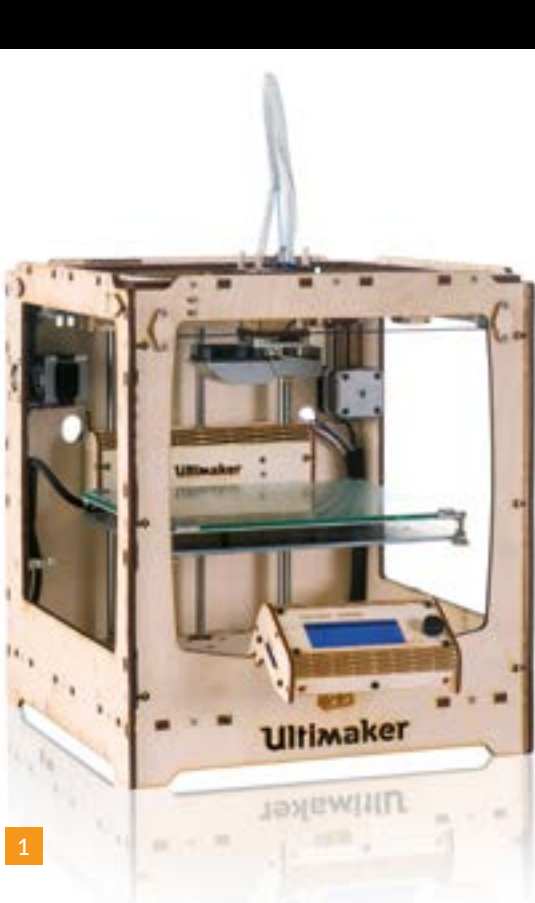
Al ruim 400 (basis)scholen in Nederland hebben dankzij 3Dkanjers een eigen 3D-printer in de klas staan, wat zou jij hebben gemaakt als jij vroeger een 3D-printer in de klas had gehad?

Dat is een heel goed vraag... Ik denk iets van Lego, ik zou bijzondere stukjes geprint hebben die niet in de winkel verkrijgbaar zijn. Of onderdelen voor mijn radiografisch bestuurbare auto of mijn modelvliegtuigjes.

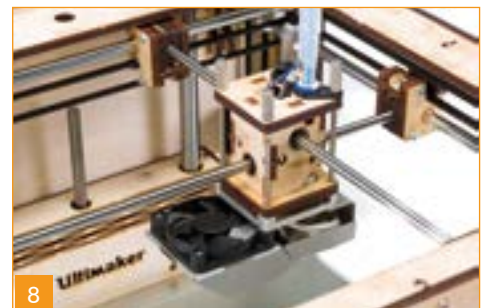
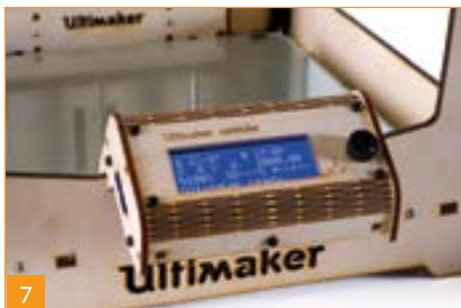
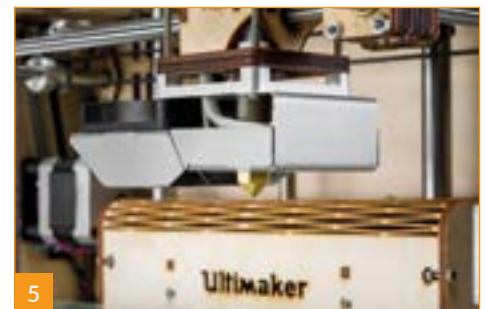
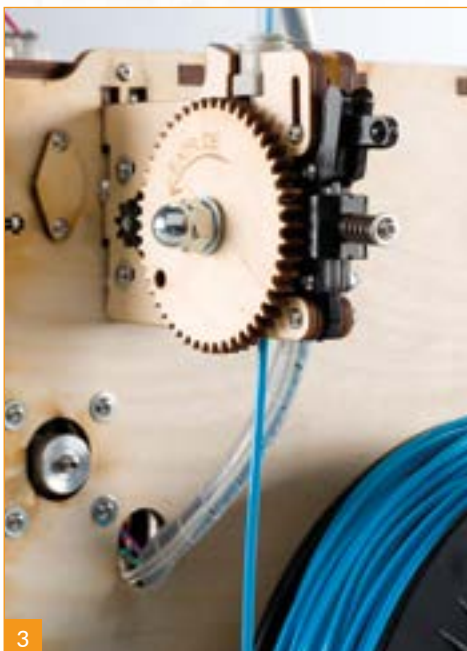
Heb jij tot slot nog leuke tips voor leerkrachten?

Een van de beste dingen die je kunt doen is faciliteren dat kinderen het meeste uit moderne gereedschappen zoals internet en 3D-printers kunnen halen. Ik denk dat daar de meest onverwachte en bijzondere dingen uit kunnen komen!

Zo werkt de Ultimaker Original⁺



Achterop de printer (Foto 2) zit een *spoelhouder*, hierop zit een grote *klos filament*. Het filament (plastic draad) gaat via de extruder zichtbaar op foto 3 in de plastic slang (een *bowden tube* genoemd), te zien op de grote foto in het midden (foto 1) en steekt boven de printer uit. Via de bowden tube gaat het filament naar de printkop op foto 4. Daar wordt de 'nozzle' of wel de spuit-





en zo de Ultimaker 2+



mond (foto 5) verwarmd. Hierdoor gaat het filament in de nozzle smelten en wordt het gesmolten plastic in laagjes neergelegd op de glasplaat. De glasplaat is onderdeel van het 'building plate' en is te zien op foto 6.

De eigenschappen van je ontwerp zoals de temperatuur waarmee het filament moet worden gesmolten, de laagdikte, printsnelheid etc. staan allemaal opgeslagen in de G-code. De G-code staat op een SD-kaartje dat in de UltiController gaat. Met de Controller die te zien is op foto 7, kun je de 3D-printer aansturen.

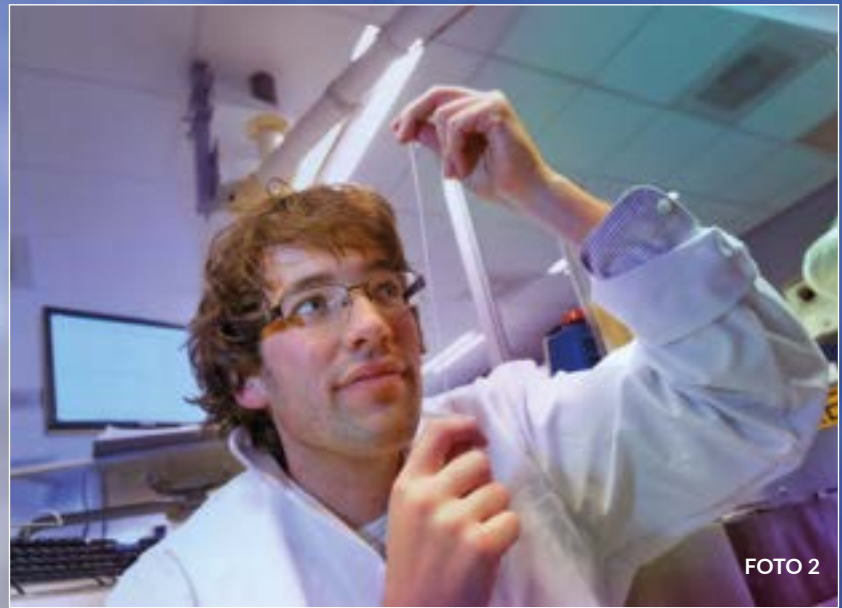
De ventilator op foto 8 zorgt ervoor dat de laagjes die op de glasplaat zijn neergelegd afkoelen, voordat er weer een volgende laag wordt opgelegd. Je kunt je voorstellen dat het belangrijk is dat de eerste laag voldoende moet zijn uitgehard, voordat er een nieuwe, nog vloeibare laag bovenop wordt gelegd. Dit om verzakking in het 3D geprinte model te voorkomen.



MATERIALEN VOOR 3D-PRINTERS ONTWIKKELEN

3D-printen biedt jonge leerlingen de mogelijkheid om op een intuïtieve wijze in contact te komen met technische vaardigheden en aanverwante vakgebieden. De techniek spreekt tot de verbeelding want je kan vanuit het niets iets creëren. Naast technische vaardigheden als ruimtelijk inzicht en/of ontwerpen biedt 3D-printen jonge leerlingen ook de kans kennis op te doen van materialen en op deze wijze in contact te komen met het voor velen onbekende vakgebied chemie.

FOTO 1



3D-prints

De meesten die beginnen met 3D-printen kijken naar de 3D-printer en dan met name naar het printen van een object. Dit is echter de laatste stap in een het proces. Je zou kunnen zeggen de meest eenvoudige stap met 2 mogelijke uitkomsten. Het object is geprint of de print is niet gelukt. De leercurve zit in het herkennen waarom je print mislukt is. Dit kan vele oorzaken hebben. Het kan liggen aan het ontwerp, aan het onderhoud van je printer, de software of aan het materiaal. Het belang van betrouwbaar materiaal gaan we verder bespreken.

Ontwikkelen 3D-print filament

Materialen* of het printdraad voor 3D-printen worden filamenten genoemd. Filament wordt vervaardigd uit granulaat wat de ruwe grondstof is waarmee kunststof producten en/of halffabricaten mee vervaardigd kunnen worden. Het granulaat zijn kleine korrels die omgesmolten kunnen worden (Foto 1). Niet alle granulaatkorrels van een bepaald materiaal doen hetzelfde. Er zijn verschillende ruwe grondstoffen leveranciers. Daarnaast zijn er ook zogenoemde grades of typen beschikbaar waar filamentmakers een selectie uit kunnen maken. Deze grades zijn van invloed op het printgedrag. Grades selectie is een wetenschap want een goede filamentmaker analyseert het printgedrag van zijn materialen (Foto 2). Een ander aspect wat een gedegen analyse vraagt is de keuze voor een masterbatch of kleurpigmenten zijn van invloed op het printgedrag. Deze variabelen zijn één van de redenen waarom er verschil zit in printresultaat. Als betrouwbare filament leverancier kijk je tot slot ook naar certificeringen. Is het materiaal veilig voor gebruik in een onderwijsomgeving. Dat is ook de reden waarom 3Dkanjers heeft gekozen om te werken met filament van Innofil3D.

Productieproces Innofil3D

Filamenten worden gemaakt middels de productietechniek extrusie. Het granulaat dient eerst goed gedroogd te worden in droogbunkers (Foto 3). Dit kan wel 8 tot 16 uur duren. Daarna worden de korrels overgepompt naar de extruder. Materialen hebben van nature verschillende smelttemperaturen en een extruder kun je instellen om de juiste temperatuur te realiseren. Het verschil in verwerkingstemperatuur herken je ook aan de aanbevolen printinstellingen. Op het moment dat de gedroogde korrels in de extruder komen wordt er een kleine hoeveelheid masterbatch (kleurpigment) toegevoegd. Genoeg om de juiste RAL code te realiseren. Door de druk in de extruder wordt het filament als het ware uit de extruder geperst en wordt een draad gemaakt. Het draad wordt vervolgens omgewikkeld op een spoel. Een automatische diameter controle zorgt ervoor dat het materiaal binnen de specificaties blijft die vereist zijn voor een 3D-printer. Valt een spoel buiten specificatie wordt deze afgekeurd en vernietigd. Innofil3D voegt een batchnummer toe aan de spoel zodat deze te herleiden is in het geval dit nodig is. Na 24 uur is de spoel klaar om verwerkt te worden (Foto 4).

Materiaal kennis

Zoals eerder aangegeven biedt 3D-printen de kans meer te leren over chemie en in het bijzonder materialen. De verschillende soorten materialen hebben namelijk een functie. Ze zijn ooit ontdekt of ontwikkeld omdat de industrie op zoek was naar een oplossing. Neem de automobielen industrie die met kunststofmaterialen auto's steeds lichter weet te maken. Of het kunststof wat in huishoudelijke apparaten wordt verwerkt. Allemaal ooit uitgevonden of toegepast vanwege een functie (Foto 5). Ditzelfde kun je uiteraard ook meenemen in kennisoverdracht naar leerlingen. Je kunt ze uitdagen na te denken over eigenschappen die het materiaal van hun ontwerp of object nodig heeft. Dit is een mooie kans om chemie tastbaar te maken en ze hopelijk te enthousiasmeren (Foto 6).

*Er is een veelvoud aan materiaaltypen aanwezig. In dit artikel wordt alleen PLA en PET genoemd omdat deze het meest geschikt zijn in een onderwijsomgeving.



FOTO 3



FOTO 4



FOTO 5



FOTO 6

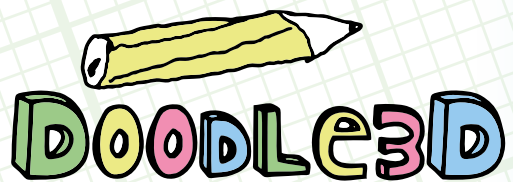


Morse is een communicatiecode, bestaande uit met tussenpozen uitgezonden signalen, die letters, leestekens en cijfers vertegenwoordigen. De code werd in 1835 uitgevonden en ontwikkeld door Samuel Morse met het doel deze te gebruiken voor de telegrafie. Telegrafie wordt algemeen beschouwd als een voorloper van de latere digitale communicatie.

Een leuk idee is om een eigen “Seinsleutel” te maken met behulp van de 3D-printer. Deze aan te sluiten op de computer met een MakeyMakey en vervolgens een programma te schrijven in Scratch zodat je morsecode zelf kunt leren.

.-- .. .--- / .-- .-. -. / .--- / ...- . . -.. / .-- .-. .. -.. -. #





Zelf ontwerpen met Doodle3D Transform

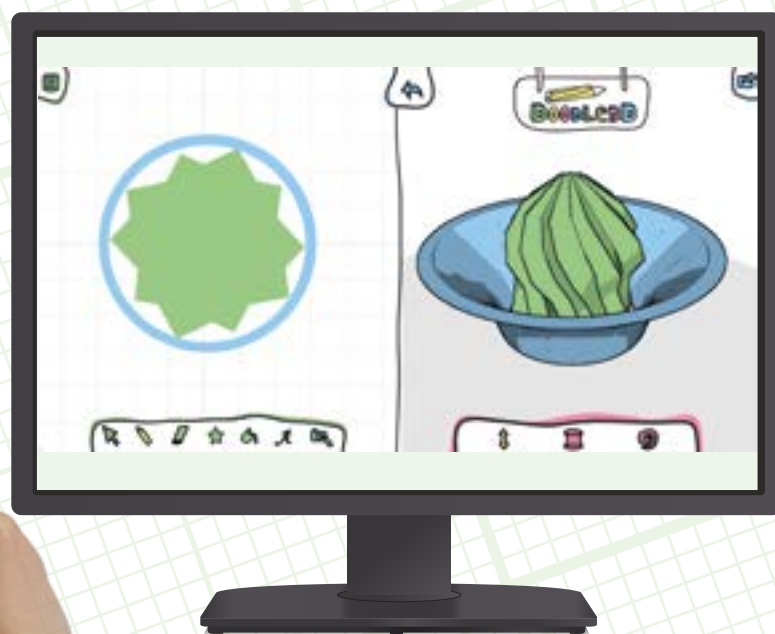
Wie al wel eens met een 3D-printer heeft gewerkt weet dat er zo'n beetje drie manieren zijn om aan een 3D-ontwerp te komen: downloaden van internet, 3D-scannen of zelf ontwerpen.

Een 3D-model downloaden is lekker makkelijk maar je vindt niet altijd precies wat je zoekt. 3D-scannen is ook leuk maar je hebt er wel een origineel voor nodig. Zelf ontwerpen geeft je de meeste vrijheid en stimuleert eigen creativiteit maar vergt nogal wat oefening en de meeste programma zijn echt op experts gericht.

Gelukkig zijn er de laatste jaren een aantal ontwerpprogramma's verschenen waarmee het ook voor beginners makkelijker is geworden zelf

te gaan ontwerpen. Een van die programma's is 'Transform' afkomstig van het Utrechtse bedrijf Doodle3D die we nog kennen van de Doodle3D WiFi-Box en hun simpele eerste 'Sketch' app waarmee je gemakkelijk een zelfgemaakte lijn-tekening draadloos kon 3D-printen.

Bij Doodle3D Transform zijn de ontwikkelaars er goed in geslaagd de eenvoudige uitstraling uit hun eerste app te behouden en tegelijkertijd de mogelijkheden enorm uit te breiden. De app is opgedeeld in twee gedeeltes. Aan de linkerkant teken je in 2D en aan de rechterkant transformeer je het ontwerp naar een driedimensionaal object. Je kunt alle onderdelen van je ontwerp naar wens aanpassen en als je klaar bent exporteer je naar een STL of kun je een van de online 3D-print services gebruiken.



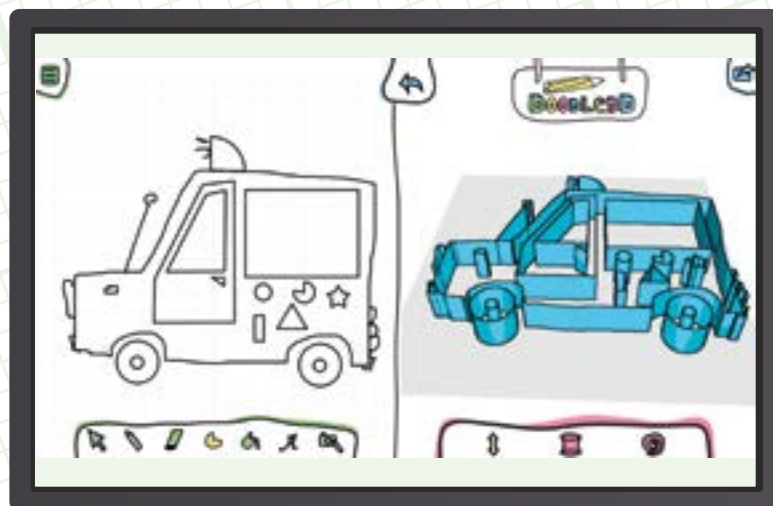
Stap voor stap: Doodle3D Transform



1. Beginnen

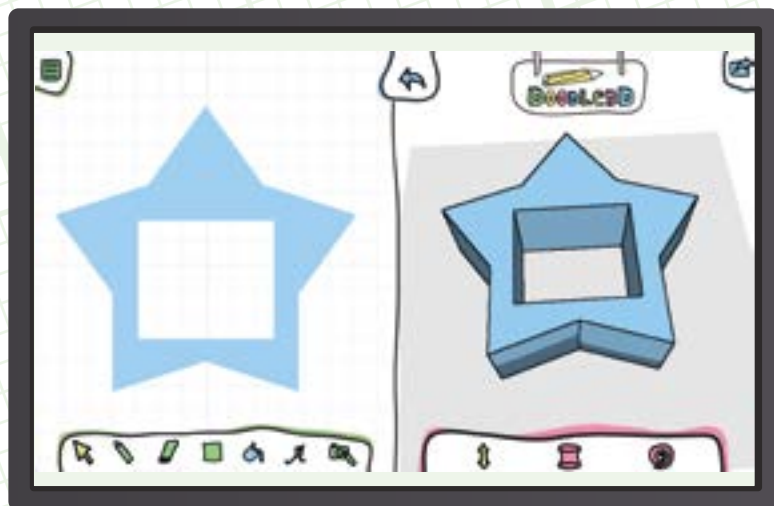
Doodle3D Transform draait online in je webbrowser op zowel Apple, Windows of Android tablets of computers. Om Transform te gebruiken ga je naar <https://transform.doodle3d.com>. Je moet wel eerst een (betaald) account aanmaken.

Als je ingelogd bent in de app kom je op een pagina waar uitleg en voorbeelden staan van wat anderen gemaakt hebben met Doodle3D Transform. Als je naar beneden scrolt zie je een overzicht van je eigen opgeslagen doodles.



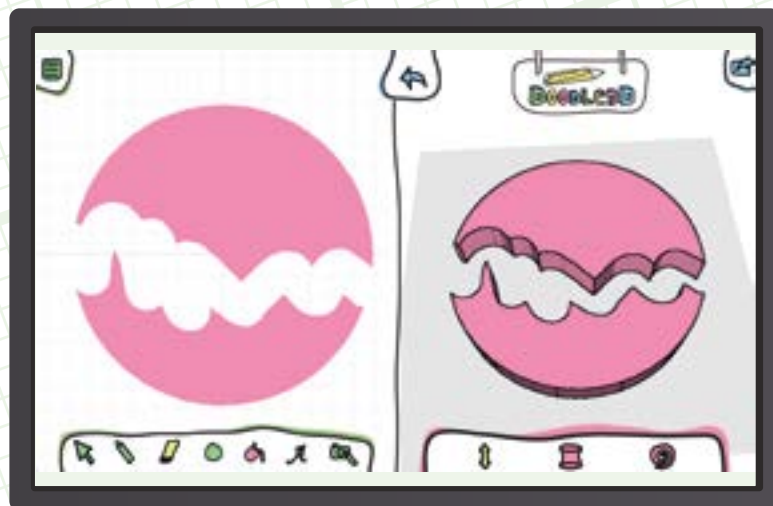
2. Tekenen

Aan de linkerkant kun je 2D tekenen: vrij met het potloodje, of strakker met de rechte-lijnen tool. Ook kun je uit een aantal basisvormen kiezen zoals de cirkel, rechthoek, driehoek of ster.



3. Opvullen

Vlakken kun je in Doodle3D Transform tegenwoordig opvullen, een groot verschil met de eerste Doodle3D app die alleen maar lijntekeningen kon. Opgevolde vlakken duren natuurlijk wel veel langer om te 3D-printen. Je kunt verschillende kleuren gebruiken, dit helpt vooral tijdens het tekenen en ziet er mooier uit maar Doodle3D is zich hiermee ook aan het voorbereiden op de 3D-kleurenprinters die langzamerhand aan het verschijnen zijn.



4. Gummen

Met de 'undo-knop' (voorheen de 'oeeps-knop') kun je één voor één je bewerkingen ongedaan maken maar leuker nog, je kunt nu echt gummen. Dat werkt voor lijnen maar ook voor ingekleurde vlakken. Tip: als je eerst inzoomt (door te scrollen) voordat je gaat gummen kun je nauwkeuriger gummen.



5. Tekst

Met de WordArt functie kun je nu 3D typografie maken in verschillende lettertypes die al dan niet opgevuld zijn. Je kunt de tekst naderhand nog weer bewerken.



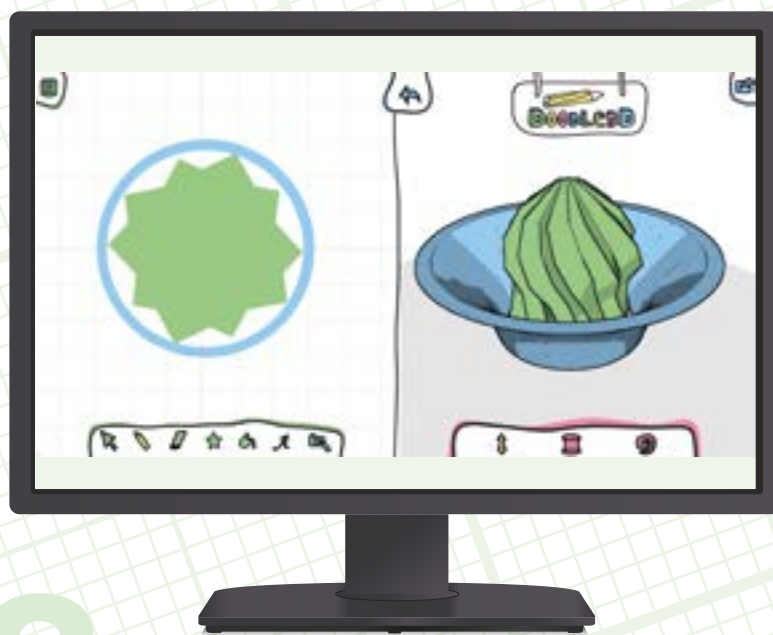
6. Selecteren, kopiëren, roteren, ...

Een nieuwe functie binnen Doodle3D Transform is de mogelijkheid om dingen te selecteren. De selectie kun je vervolgens schalen, roteren of verplaatsen, verwijderen of kopiëren/dupliceren. Door deze bewerkingen te combineren kun je complexe objecten maken.



7. Overtrekken

Als je zelf even geen inspiratie hebt of iets is te moeilijk om te tekenen dan kun je altijd een plaatje van internet halen of een foto van iets maken en dat vervolgens door de app laten overtrekken. Dat kan met de 'trace' functie. Het werkt het beste met plaatjes met veel contrast zoals deze kat.



8. Transformeren naar 3D

Tot nu toe hebben we het alleen nog maar over 2D gehad. Tijd om eens te kijken naar het 3D gedeelte. Daar kun je 'extruderen', 'sculpten' en 'twisten'. Deze functies zaten in beperkte mate ook al Doodle3D's eerste app maar nu kun je de verschillende onderdelen van je 2D tekening apart transformeren en dan kun je opeens bijna alles maken.



9. 3D-Printen

Als je 3D model klaar is kun je deze via de 'Export' knop downloaden als STL. De STL kun je inladen in je favoriete slicer, bijvoorbeeld Cura. Ook is Doodle3D bezig met ondersteuning van hun eigen WiFi-Box zodat je binnenkort ook rechtstreeks draadloos kunt printen vanuit de app.



10. Delen

Wil of kun je het niet zelf printen dan kun je kiezen om de print uit te besteden via bijvoorbeeld 3D-Hubs: een wereldwijd netwerk van 3D-printer gebruikers. Of je stuurt je ontwerp naar een professionele 'print-farm' zoals Shapeways. Wil je je tekening delen op internet dan kan dat vanuit de app via Thingiverse, YouMagine, SketchFab, Facebook en Twitter.

Conclusie

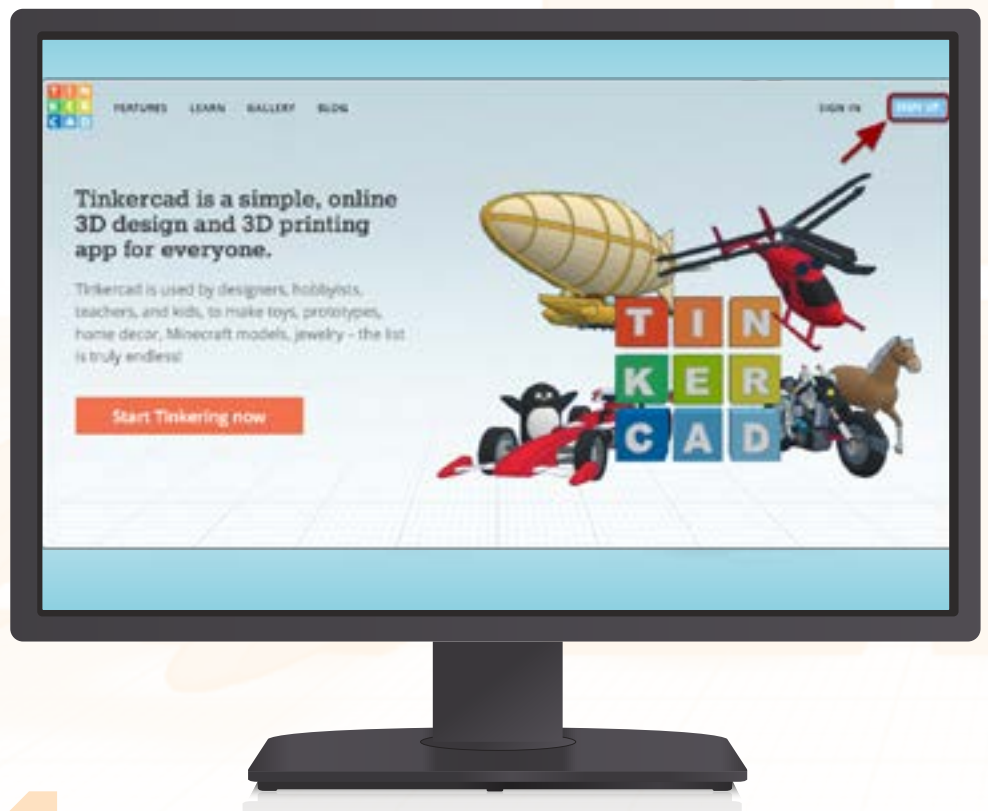
Doodle3D is er met Transform goed in geslaagd een hoop functionaliteiten in een simpel jasje te stoppen. Omdat je nog steeds ontwerpt vanuit de gedachte dat je een 3D model kunt opbouwen uit meerdere 'plakjes' van 2D tekeningen vind je snel je weg in het programma. Doordat je nu toch elk onderdeel binnen je tekening apart kunt bewerken zijn de mogelijkheden enorm. En als je het toch even niet meer weet kun je gemakkelijk via de ingebouwde chatfunctie een vraag stellen aan de makers. We verwachten dat Doodle3D het komende jaar telkens nieuwe dingen zal blijven toevoegen aan Transform. Ze hebben aangekondigd het onderwijs als een van de speerpunten te zien het komend jaar. Je kunt je school aanmelden voor Doodle3D's Educatie-Pilot-2017 door te e-mailen naar educatie@doodle3d.com.



Werken met Tinkercad

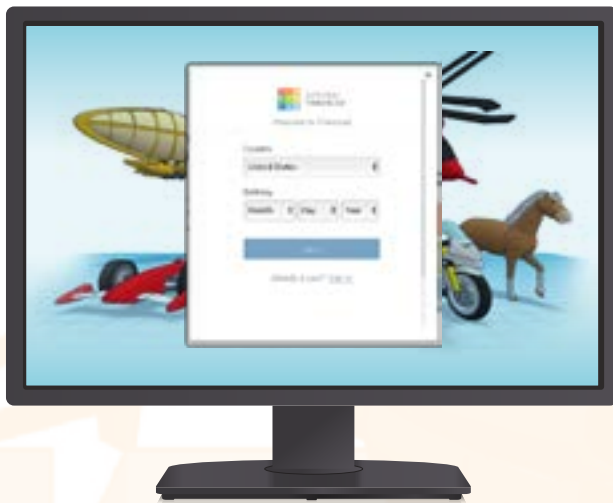
Tinkercad is een zeer toegankelijk 3D-tekenprogramma voor jong en oud. Gratis en Webbased. Heb je ooit een blokkendoos gehad? Dan ben je klaar voor Tinkercad. Leerlingen boven de 13 kunnen direct een gratis account aanmaken. Leerlingen onder de 13 hebben eerst toestemming van hun ouders/opvoeders nodig of ze kunnen inloggen met een speciale code die de leerkracht kan aanmaken in zijn/haar account.

Tinkercad leer je gewoon door te doen, net zoals Minecraft. Zodra je Tinkercad voor het eerst start, staan er direct een aantal lessen voor je klaar. Leerkrachten betrokken bij een 3Dkanjers project vinden in onze speciale handreiking een aantal uitdagende opdrachten om leerlingen goed kennis te laten maken met Tinkercad. Op het Internet vind je ook een video met lesinstructie van 3Dkanjers: (qr-code boven) en is op onze website 3Dkanjers.nl een handige Tinkercad poster te downloaden. (qr-code onder)



1. Een account aanmaken op Tinkercad

Heb je nog geen account op Tinkercad? Dan moet je deze eerst aanmaken. Ga naar www.tinkercad.com en klik op "Sign Up"



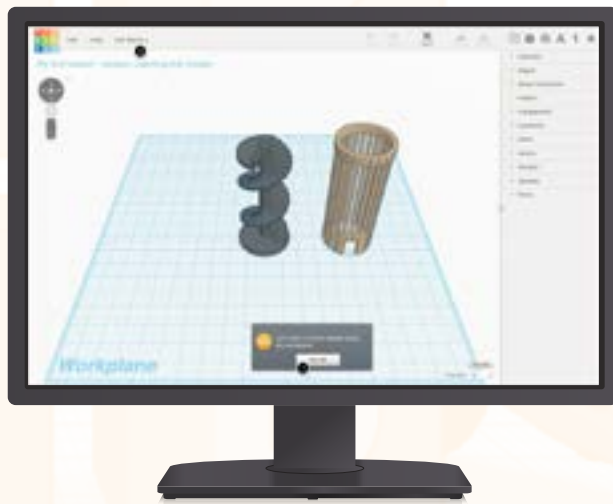
1.1 Geef het land op (Netherlands) en je geboortedatum.

Als je jonger bent dan 13 jaar, dan zal Tinkercad vragen om het e-mail adres van je ouders / opvoeders. Zij moeten dan eerst toestemming geven, voordat je zometeen kan inloggen met het account dat je nu gaat maken. De leerkracht kan ook een speciale toegangscode voor leerlingen aanmaken. Hiermee krijgt de leerling volledig toegang tot Tinkercad en kan de leerkracht alle gemaakte modellen zien.



1.2 Voer je e-mailadres en wachtwoord in.

Voer de gevraagde gegevens in en klik vervolgens op "Create Account".



1.3 Je Account is nu aangemaakt.

Je hebt nu een account aangemaakt in Tinkercad en het programma start direct met een "Les".

Als je alle lessen wilt volgen, klik dan op "Next" (1).

Als je direct zelf wilt tekenen, ga dan naar "Exit lesson" (2).



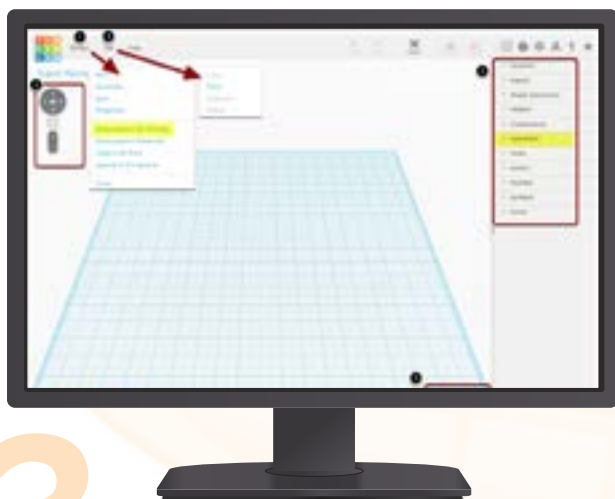
2. Een nieuw ontwerp (design) aanmaken

Zit je nog in een "Les"? Klik dan eerst bovenaan het scherm op "Exit Lesson".

Je komt dan nu op een overzichtspagina met alle lessen en ontwerpen.

Klik op "All designs" (1) en vervolgens op "Create new design" (2).

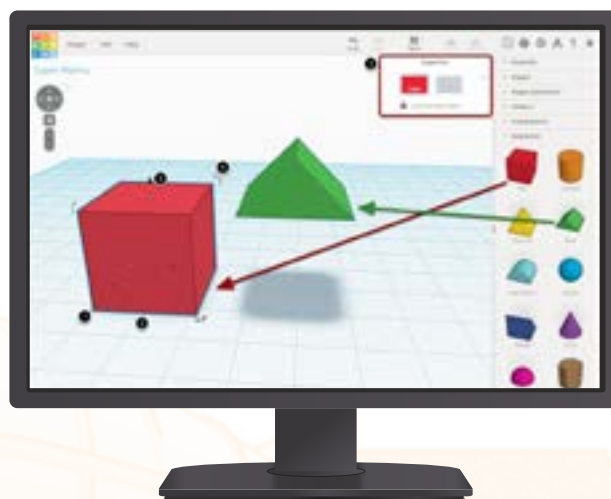
TIP: Als je later naar dit overzicht terug wilt, klik dan op het logo van Tinkercad linksboven op het scherm.



3. Uitleg werkblad Tinkercad

Dit is het werkblad waarop je 3D-ontwerpen kunt maken.

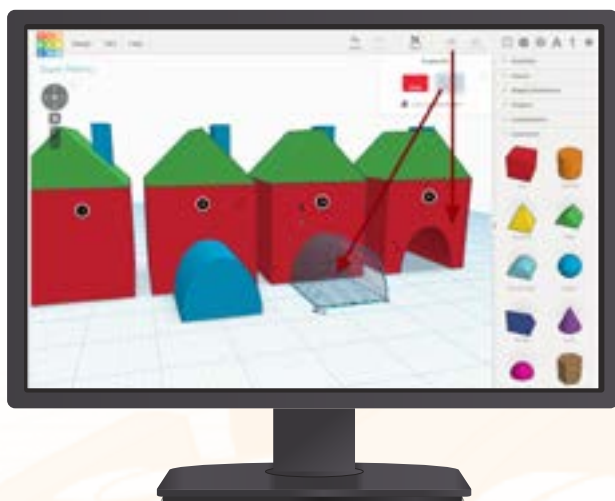
1. In menu "Design" vind je diverse opties om je ontwerp te beheren. Het submenu "Download for 3D Printing" heb je later nodig als je het ontwerp wilt 3D-printen.
2. In menu "Edit" vind je 4 opties om onderdelen van je ontwerp te verwijderen, te kopiëren of te dupliceren.
3. Met deze knoppen kun je het werkblad draaien en vergroten/verkleinen. Dit kan ook met je rechtermuistoets.
4. Deze menu's zijn open te klappen. Hieronder vind je allerlei vormen die je kunt gaan gebruiken om je ontwerp mee te maken. "Geometric" is de belangrijkste.
5. Rechtsonder kun je de nauwkeurigheid instellen. Deze staat standaard op 1 millimeter.



3.1 Je eerste ontwerp

Open het menu: "Geometric" en sleep een aantal objecten naar je werkblad. De vormen kun je met je muis verplaatsen en wijzigen.

1. Door op het witte vierkantje te staan zie je de maat van het object in millimeters en kun je de grootte veranderen.
2. Door op het zwarte vierkantje te staan zie je de maat van het object in millimeters en kun je ook de grootte veranderen.
3. Door op het zwarte pijltje te staan zie je de hoogte van het object ten opzichte van het werkblad en kun je het object naar boven of onderen verplaatsen.
4. Met de 3 pijltjes in de hoeken van het object kun je het object draaien.
5. Met de inspector kun je de kleur van de objecten wijzigen. Met "Hole" maak je het object doorzichtig en wordt het een soort "gum".



3.2 Objecten combineren

Je ziet hieronder 4 huisjes. Stap 1 tot en met 4 laten zien wat we hebben gedaan.

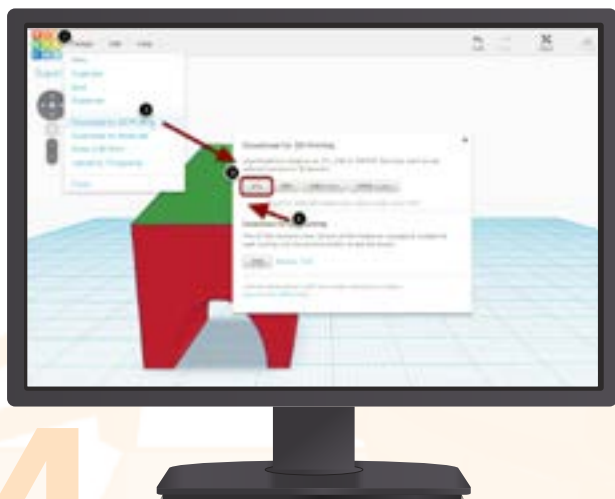
1. Door drie vormen te combineren hebben we een huisje gemaakt met een schoorsteen.
2. We hebben een vorm gekozen en geplaatst die we willen gaan gebruiken als "Gum".
3. We maken de vorm doorzichtig door in de "Inspector" te klikken op "Hole".
4. We drukken de "Shift" toets in op het toetsenbord en kiezen vervolgens het huisje en de vorm die we als "Gum" gebruiken en klikken vervolgens op "Group" bovenin het scherm.



3.3 Slimme hulpmiddelen

Er zijn nog 3 belangrijke hulpmiddelen die je kunnen helpen bij het maken van gave 3D-tekeningen.

1. In het menu: "Adjust" vind je 2 opties. Optie "Align" helpt je om je objecten goed uit te lijnen. Optie "Mirror" helpt je bij het spiegelen van je object.
2. Met Tinkercad kun je met bestaande 3D-objecten werken. Heb je een .stl bestand gedownload van het internet, dan kun je deze hier importeren.
3. Soms heb je een vorm in gedachte en vind je deze niet binnen menu "Geometric". Kijk dan is naar de Shape Generators van Tinkercad of Community. Er gaat een wereld voor je open.



4. Je object downloaden voor 3D-printen

Klaar met ontwerpen en wil je het ontwerp 3D-printen?

1. Ga naar het menu: "Design"
2. Ga naar het submenu: "Download for 3D Printing"
3. Klik in het scherm "Download for 3D Printing" op .STL en sla deze op.
4. Heb je meerdere objecten op je werkblad en daarvan wil je er maar één van 3D-printen. Selecteer dan het betreffende object op je werkblad en klik bij 4 het "vinkje" aan. Je .STL bestand kun je nu gaan importeren in Cura.



5. Delen in de community van Tinkercad

Tinkercad heeft een community van gebruikers die hun ontwerpen vrij delen. Je mag hier natuurlijk gebruik van maken.

1. Klik linksboven op het logo van Tinkercad en je komt op je projecten-pagina.
2. Geef een zoekterm (in het Engels) op en klik vervolgens op "Enter". Tinkercad gaat dan zoeken en geeft een overzicht. Heb je iets gevonden? Klik dan op het object.
3. Er gaat een nieuw scherm open en klik vervolgens op "Copy & Tinker". Het object wordt nu gekopieerd naar jouw eigen account.



5.1 Je eigen ontwerp delen

Om je eigen ontwerp te delen, ga je eerst naar het design menu (Klik linksboven op het logo van Tinkercad).

1. Zodra je op een design staat zie je een "wiel" verschijnen met het woord "Actions". Klik hierop...
2. En ga vervolgens naar "Properties"
3. Er verschijnt een nieuwe scherm waar je de zichtbaarheid van je ontwerp (Visibility) kunt veranderen van "Private" (Privé) naar "Public" (Zichtbaar voor iedereen). In dit scherm kun je ook de naam van je ontwerp wijzigen.
4. Klik vervolgens op "Save changes".



6. Tinkercad Keyboard Shortcuts

Keyboard Shortcuts. Altijd handig om in de buurt te hebben.

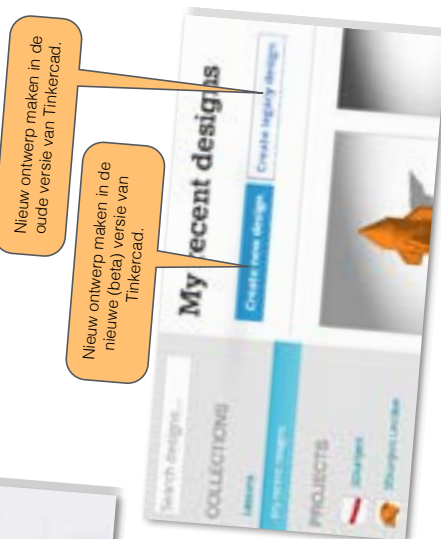
TIP: Er is een nieuwe versie van Tinkercad in ontwikkeling. Download de handige poster op onze website met alle nieuwe functies.



Wat is nieuw in Tinkercad Beta?

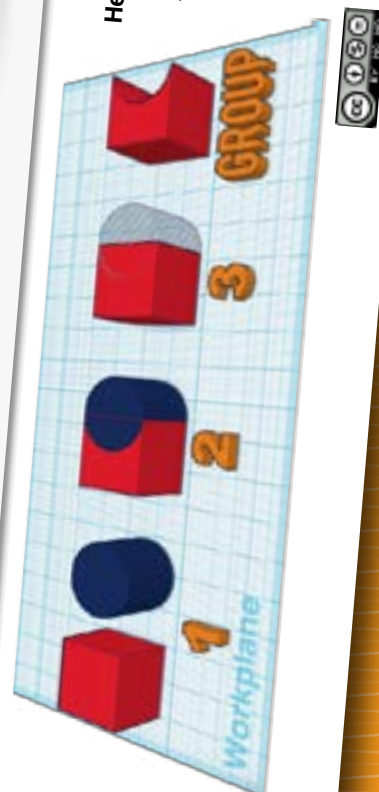
- De ViewCube, het blokje linksboven waarmee je het werkblad kan draaien.
- Naast "hol" kan je nu ook een object transparant maken (Transparency).
- Vergroot of verklein het object door direct de gewenste maat in te voeren.
- Je maakt nu makkelijk afgeronde hoeken.
- Je kan met iemand anders samenwerken aan één ontwerp.

Let op! Het is nog steeds een Beta versie en nog niet alles werkt heel goed. Klik rechtsboven op 'What's New' en lees vooral 'Known issues' (bekende problemen).



Het combineren van vormen:

1. Plaats de vormen op het werkblad
2. Schuif de vormen in elkaar
3. Maak een vorm 'hol'
4. Selecteer de vormen en groepeer



www.3Dkanjers.nl

Werk slimmer met muis en toetsenbord

 selecteer met muis een object, druk op linkermuisknop en dan schuiven

Verschuif object(en)

 druk op rechtermuisknop en dan schuiven

Draai werkblad

 draaien aan muiswiel

Vergroot / Verklein werkblad

 +  druk op rechtermuisknop en dan schuiven

Verschuif werkblad

 +  of  of 

Verschuif object(en) langs X/Y-as

 +  of 

Verschuif object(en) langs Z-as

 **Alt** druk op linkermuisknop en dan schuiven

Dupliceer object(en)

 +  selecteer met muis een object en druk op linkermuisknop

Selecteer meerdere objecten

 +  ga naar een zijgreep, druk op linkermuisknop en dan schuiven

Schalen (1 dimensionaal)

 +  ga naar een hoekgreep, druk op linkermuisknop en dan schuiven

Schalen (2 dimensionaal)

 +  ga naar een hoekgreep, druk op linkermuisknop en dan schuiven

Schalen (3 dimensionaal)

Kopieer object(en)

ctrl + **C**

Plak object(en)

ctrl + **V**

Ongedaan maken

ctrl + **Z**

Groep objecten

ctrl + **G**

Verwijder object(en)

Del

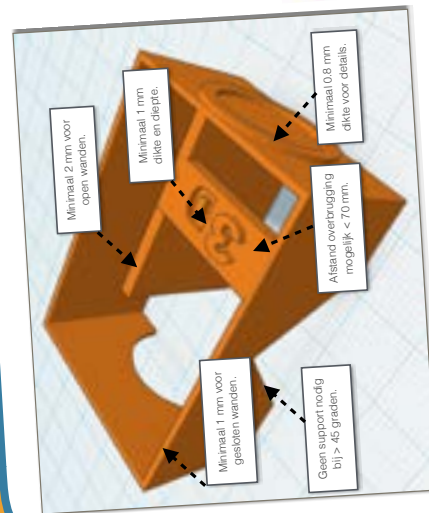
Passend in scherm

F

Tinkercad Tips

- Tinkercad leer je door te doen en door samen te werken.
- Begin eerst met een klein ontwerp om de mogelijkheden van Tinkercad te ontdekken.
- Teken ook een keer iets na, dan leer je Tinkercad pas heel goed kennen.
- Met 'Shape Generators' bouw je de meest moeilijke vormen.
- In de community van Tinkercad staan veel ontwerpen van andere gebruikers. Deze mag je hergebruiken (Copy & Tinker).
- Tinkercad werkt (nog) niet op een iPad.
- Wat je bedenkt, kan je maken!

Ontwerptips voor de 3D-printer



3Dkanjers
Talentontwikkeling door wetenschap en techniek

www.3Dkanjers.nl



Met Fusion 360 ontwerpt een leek zo goed als een expert

Gaaf een 3D-printer in je klas! En nu? Tijd om producten te bedenken en ontwerpen, zodat de printer niet stilstaat, maar zoveel mogelijk uren maakt. Hiervoor heb je dus ontwerpsoftware nodig. De eerste stap kan je prima zetten met Doodle3D of Tinkercad. Heel creatief en intuïtief. In een handomdraai print je jouw 3D-objecten. Als je vervolgens echt iets bruikbaars wilt maken, dan heb je wel iets meer nodig. In dit artikel vertellen we je over het nieuwe paradepaard van softwareontwikkelaar Autodesk, het programma: Fusion 360. Fusion 360 is voor iedereen, zowel voor de leek als de professional.

Fusion 360 is laagdrempelig, betaalbaar en volledig

De conventionele programma's van Autodesk, zoals Autocad en Inventor zijn complexe programma's vol commando's waar de leek nog nooit van heeft gehoord. Om met zo'n programma te kunnen werken moet een gebruiker vele uren gestudeerd hebben. De conventionele software is geschikt voor serieuze industrie en vaak kostbaar. Dit is in groot contrast met het nieuwe programma Fusion 360. Het is voor veel doelgroepen gratis en voor professionele bedrijven blijft het betaalbaar. Binnen een mum van tijd maak ook jij bruikbare producten met gedetailleerde afmetingen.



Fusion 360 is een licht gewicht hybride programma. Dat het hybride is slaat erop dat het half cloudbased is en half op de computer werkt. Alle projecten waar je aan werkt worden online opgeslagen, in plaats van op je PC. Je hebt ook geen supercomputer nodig om ermee te werken. Zware taken, zoals renderen (het maken van een fotorealistische afbeelding) laat je gewoon uitvoeren in de cloud, bij een datacenter van Autodesk. Het enige dat je nodig hebt is een Fusion 360 account, een computer met internet en een goede muis. Fusion 360 werkt snel en licht. Het geeft de producten heel realistisch weer. Als gebruiker heb je echt het idee dat je het pro-



“PRODUCT DEVELOPMENT HAS CHANGED. SO SHOULD THE TOOLS.”

het 3D-ontwerp maak je een tekening en met een druk op de knop stuur je het naar een 3D-printer. Het model kun je zelfs volledig klaarmaken om een productie-opdracht naar een CnC machine te sturen. Dat is een computer-gestuurde machine die kan zagen en frezen volgens het ontwerp dat je hebt aangeleverd. Het is zelfs mogelijk krachten en thermodynamische situaties na te bootsen, zodat je kunt testen of je ontwerp goed is. Voorheen was dit alleen mogelijk voor een select groepje hooggeleerden met een zeer hoog budget voor software. Met de komst van Fusion 360 is het mogelijk dat iedereen, dus ook middelbare scholieren, dit doen.

duct voor je hebt. En je hebt zelf de keuze hoe je te werkt gaat. Ontwerp een werktuigbouwkundig product, netjes en precies. Of ga intuïtief te werk als een kunstenaar en kneed je product langzaam tot waar je het wilt hebben.

Fusion 360 biedt een makkelijke interface, waarmee je start zonder dat je ervoor geleerd hoeft te hebben. Als je een intensieve gebruiker bent, kom je steeds nieuwe dingen tegen en kun je steeds meer uit het programma halen. Als je eerder CAD-software hebt gebruikt dan vind je de bekende mogelijkheden ook in Fusion 360. Hiermee biedt Fusion 360 voor iedereen een mogelijkheid tot ontwerpen. Of je nou snel iets simpels wilt maken of dat je de grenzen van het programma opzoekt.

Fusion 360 is een heel compleet programma. Bij andere programma's moet je vaak extra modules kopen en installeren, bijvoorbeeld om je 3D-ontwerp ook te kunnen maken. Bij Fusion 360 zit dat allemaal in één programma. Met Fusion 360 begin je te schetsen. Van je schets maak je een 3D-model (zie foto's). Van

Fusion is gratis voor het onderwijs

Iedereen kan Fusion 360 30 dagen gratis proberen. Daarna blijft het geheel gratis voor het onderwijs en voor hobbyisten. Zelfs voor bedrijven zijn er goedkope oplossingen.

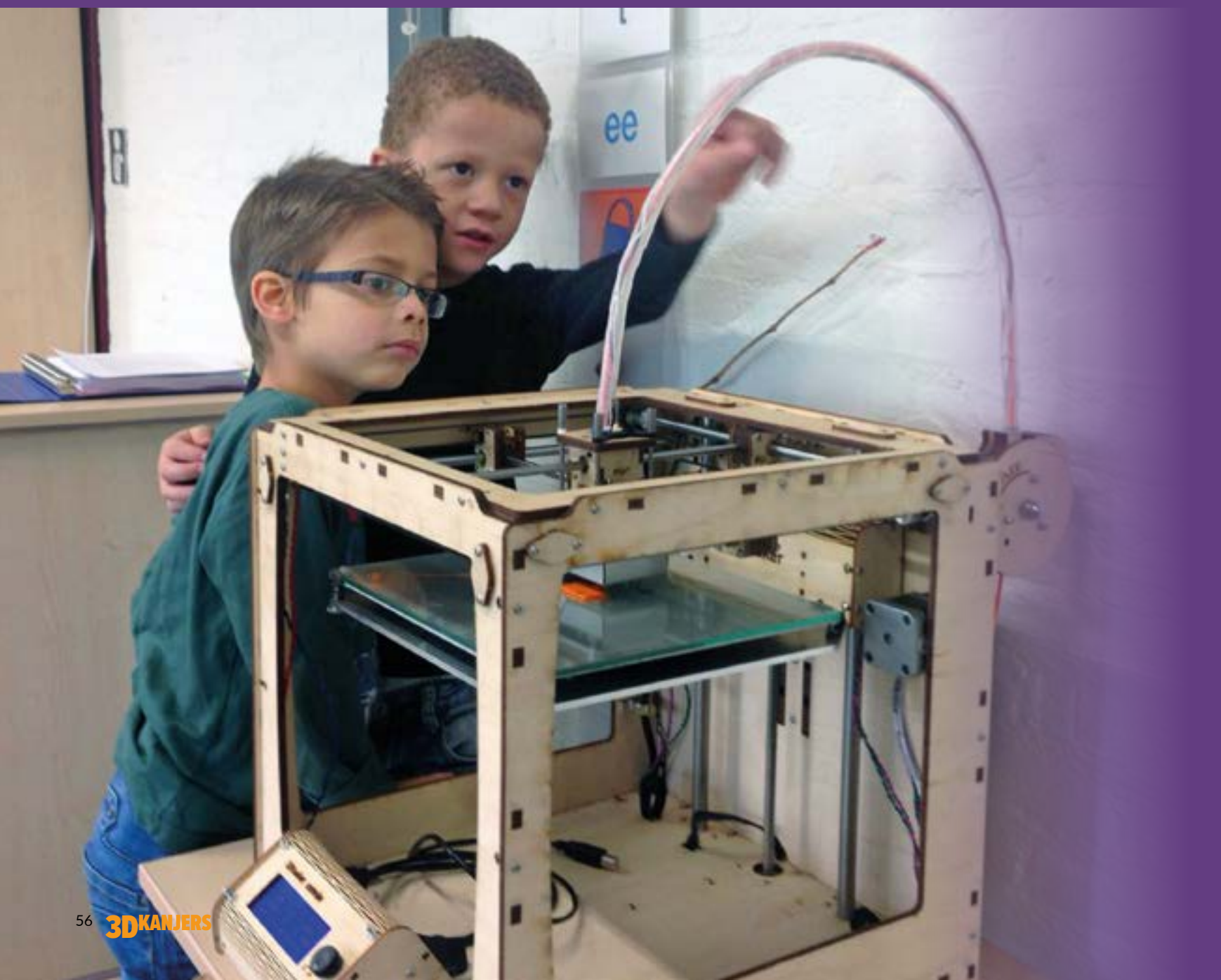
Cursussen voor Fusion 360

Om een goede start te maken zijn online video's beschikbaar. Wil je liever door een professional op weg geholpen worden? Volg dan een cursus. 3Dkanjers biedt trainingen voor leerkrachten in het MBO aan in samenwerking met CAD & Company.



“Diverse talenten van leerlingen worden aangesproken”

Vijftien Aloys aan de slag m



Antoniusscholen et 3Dkanjers

Leerlingen van de Antonius-school in Integraal Kindcentrum Waldervaart in Schagen bouwden zelf hun 3D-printer. Niet alleen leuk, maar ook leerzaam. Op veel fronten, merkte leerkracht Lydia van Amersfoort. Juist in het speciaal onderwijs is de ontwikkeling van sociale vaardigheden zo belangrijk. “Gaandeweg zijn leerlingen stiekem met veel méér bezig dan met techniek.”

Je eigen 3D-printer bouwen om er vervolgens ook zelf mee te leren printen: dat is wel een héél leuke manier om in aanraking te komen met Wetenschap & Technologie! Daarom zijn vijftien scholen van de Aloysius Stichting volop aan de slag met 3Dkanjers.

Zo ook de Antonius-school voor speciaal onderwijs in Schagen. Leerkracht Lydia van Amersfoort: “Mooi om te zien wat leerlingen zelf kunnen. Toen de 3D-printer klaar was, waren niet alleen de kinderen trots. Ik was het zelf ook. In één woord: wauw!”

Fanatiek zélf aan de slag

Lydia startte in schooljaar 2015-2016 met 3Dkanjers in de groepen 6, 7 en 8 en is er nu mee bezig in haar huidige groep 6 en 7. Afgelopen jaar bouwden twee of drie leerlingen steeds aan de printer, buiten de klas. Leren door te doen viel in de smaak.

“Ik heb ze zoveel mogelijk laten puzzelen”, vertelt Lydia. “Loslaten dus en ze hun gang laten gaan. De groepjes waren heel fanatiek: aan motivatie geen gebrek. Natuurlijk lukt niet alles in één keer, maar dat is juist het leerproces.” Zelf deed de leerkracht niets aan de bouw van de 3D-printer, maar begeleidde wel de sociale kant.

Het printerframe zat snel in elkaar. De precieze onderdelen monteren bleek wat lastiger. Gelukkig was begeleider Mar-

tijn de Winter van OinO advies paraat voor hulp en advies. “Toen de leerlingen vastliepen, kwam Martijn een dagje langs om ze op weg te helpen. Zo bleven de bouwers gemotiveerd.”

Rondje 3D-printen

Toen de 3D-printer klaar was, maakten Lydia en de leerlingen een ronde langs de andere klassen en printten overal een klein uilenfiguurtje. Dat maakte indruk. “3D-printen is voor veel kinderen best abstract. Nu konden zij zien wat er gebeurt en ontdekken hoeveel tijd het bijvoorbeeld kost voor je iets hebt geprint.”

Dit schooljaar start de Antonius-school met de volgende fase: ontwerpen voor 3D. “Als we dat met groep 6 en 7 onder de knie hebben, gaan we in andere klassen weer uitleggen hoe dat in z’n werk gaat. Mijn leerlingen kunnen niet wachten. Ik ben heel benieuwd! Het is een nieuwe uitdaging voor ze, waar ook ruimtelijk inzicht en rekenvaardigheden bij komen kijken.”

Boost voor sociale vaardigheden

Veel leerlingen van de Antonius-school staan voor de uitdaging om te leren omgaan met hun autisme. Juist hun sociale vaardigheden vragen extra aandacht. “Doordat 3D-printen echt van nú is, hebben leerlingen zin om ermee aan de slag te gaan”, constateert Lydia,

Door: **ANNE-MARIE VELDKAMP**, redacteur
Aloysius Stichting



3Dkanjers past prima bij de koers van Aloysius

Samen betekenisvol leren. Dat is de titel van de strategische koers die Aloysius tot 2020 uitvoert. Belangrijke thema's: 21e eeuwse vaardigheden in het onderwijs en structurele aandacht voor Wetenschap & Technologie. Leerlingen en medewerkers van Aloysius werken meer en meer in een digitale leeromgeving, maar 21e eeuwse vaardigheden zijn natuurlijk veel méér dan 'ICT' alleen. Ook samenwerken, je creatieve kant aanspreken en problemen oplossen zijn bijvoorbeeld belangrijk. Laten dat nu vaardigheden zijn die uitgebreid aan bod komen als leerlingen werken aan en met 3D-printers.

De Aloysius Stichting is er voor kinderen en jongeren van 4 tot 27 jaar die het beste op hun plek zijn in het speciaal basisonderwijs of het speciaal (voortgezet) onderwijs. Ook verzorgt Aloysius onderwijs in justitiële jeugdinrichtingen en jeugdzorginstellingen. Daarnaast ondersteunt, adviseert en begeleidt Aloysius leerlingen en onderwijs-teams in diverse samenwerkingsverbanden passend onderwijs in Nederland. Aloysius heeft ruim 3500 leerlingen op 54 locaties van 19 scholen.

Lees meer over Aloysius in het jaarmagazine op www.aloysiusstichting.nl

"en gaandeweg zijn ze stiekem met veel méér bezig dan met techniek." Leerlingen werken samen en overleggen, leren zich inleven in anderen, moeten omgaan met tegenslag als het niet meteen lukt en oefenen dus hun geduld. Allemaal leerzaam.

Lydia: "Ik zag van sommige leerlingen een kant die ik nog niet eerder had ontdekt. De één nam de leiding, de ander bleek ineens heel handig te zijn. Diverse talenten van leerlingen worden aangesproken en dat is heel bijzonder om te zien."



3D-printen en ruimtevaart

In onze lessen techniek hebben we gekozen voor het project ruimtevaart. Hierbij komen veel leerdoelen aan bod gekomen zoals: technisch lezen, begrijpend lezen, woordenschat, object-materiaal kennis, rekenen, wiskunde, sociale en mondelinge vaardigheden en taal.

De kinderen kwamen met het idee om planeten te printen met de 3D-printer. Wat waren ze enthousiast. De kinderen overlegden wie wat of welke planeet ging ontwerpen met Tinkercad om

het daarna uit te printen op onze zelfgebouwde 3D-printer. De eerste planeet die ik in de klas kon ophangen aan onze speciale “planetenplaats” was de zon.

We hebben oranje filament (plastic voor de 3D-printer) en dat kwam dus goed van pas voor de zon, een mooie grote oranje platte plaat werd geprint. Voor de overige planeten was het jammer dat we tot nu toe nog alleen maar beschikken over één kleur filament. In de toekomst hopen we andere kleuren aan te kunnen schaffen.

Na het printen van de zon kwamen de kinderen op het idee om ook de planeetnamen te gaan ontwerpen en te printen. De naam van de zon werd met losse letters ontworpen en geprint om daarna op de oranje platte plaat te lijmen. Na instructie van mij over wat de mogelijkheden zijn in Tinkercad,

kwamen de kinderen met creatieve letters die of los van de planeet hangen, of op de planeet zijn gemaakt met Tinkercad.

Zodra de 3D-printer aan het printen was, kwamen de kinderen regelmatig langs om te kijken naar het resultaat. Verbazing, enthousiasme en plezier was te lezen van hun gezicht, echt geweldig! De 3D-printer heeft bij ons op school echt een heel positieve en interactieve bijdrage geleverd aan het leerproces.



CHRISTA HAGEL onderwijsassistent, Openbare basisschool de Wilhelminaschool in Coevorden



Lesidee: Ruimtevaart

3D-printen: Een blijvende

Twee jaar geleden heb ik in het eerste magazine van 3Dkanjers het verhaal mogen vertellen over mijn eerste kennismaking met een 3D-printer. Nu is mij wederom gevraagd een stuk te schrijven over het 3D-printen en wat ben ik blij dat weer te mogen doen. Het feit dat er nu een tweede nummer van het tijdschrift verschijnt geeft aan dat het enthousiasme niet alleen bij mij aanwezig is. Wist je dat er in Nederland al ruim 380 scholen in het bezit zijn van een 3D-printer? En dat de mannen van 3Dkanjers de meeste scholen van A tot Z hebben geassisteerd bij het starten met werken met deze apparaten? Een hele prestatie dacht ik zo!



beleving

Twee jaar geleden was ik al enthousiast over de inzet van de 3D-printer in het onderwijs en dat gevoel is alleen maar toegenomen. De mogelijkheden zijn echt eindeloos. Voorheen lag mijn focus enkel op de meerwaarde die het zelf in elkaar zetten van een 3D-printer met zich meebracht. Een schat aan kennis naast de sterke ontwikkeling van diverse vaardigheden zoals creatief denken, samenwerken en communiceren. Van jong tot oud. Nu verschuift de focus richting het zoeken naar koppelingen met de huidige lesmethoden binnen het onderwijs en een verdere vakintegratie.

En nu?

Veel van onze klanten vragen mij wat nou slimme vervolgstappen zijn na het bouwen van een 3D-printer met 3Dkanjers. Uiteraard willen ze niet dat het een eenmalig project is en dat de printer vervolgens ergens in een hoek van de school komt te staan. Natuurlijk wil je al die kansen die dit mooie project het onderwijs biedt nog verder gaan verkennen. Maar hoe ga je dan verder? Allereerst denk ik dat je ieder jaar op school een printer zou moeten bouwen. Keer op keer nieuwe groepen op ontdekkings-tocht sturen.... de energie die daarbij vrijkomt is ongelooflijk. De vaardigheden en kennis die kinderen en leerkrachten daarbij opdoen is ontzettend groot.

Ten tweede denk ik dat we de 3D-printer bij verschillende vakken kunnen inzetten. Ik geef even een voorzetje...

- Wat dacht je van het ontwerpen van een kubus met daarin een bol met daarin een prisma. Perfect voor de ruimtelijke ontwikkeling en in te zetten tijdens rekenen.
 - Of wat dacht je van het groepsgewijs ontwerpen van een gedeelte van het skelet op schaal en dat elk groepje een ander bot ontwerpt? Daarna samen assembleren en het skelet presenteren aan de rest. Past prima binnen biologie en leren presenteren.
 - Of wat dacht je van het ontwerp van een raket dat 3Dkanjers al heeft gemaakt. Verbeter dat maar eens. En toon de wereld hoe je dat voor elkaar hebt gekregen. Prima techniekles.
- Zo zie ik het onderwijs steeds meer. Koppelingen zoeken,

samenwerkingsverbanden aangaan en verder denken dan de gebruikelijke kaders. Elke dag zorgen dat het onderwijs nog beter, maar vooral nog leuker wordt en past bij de belevingswereld van kinderen. Voor hen maar natuurlijk ook voor de professional.

Als laatste denk ik dat we de 3D-printer in de nabije toekomst steeds vaker in het onderwijs zien staan zoals een normale printer nu in een kantoor staat. De keuze om in 3D te printen zal naar mijn mening straks niet meer als bijzonder gezien worden maar als vast onderdeel van het programma/curriculum. Ik ben ervan overtuigd dat in dit nummer nog veel inspirerende voorbeelden te vinden zijn.

Mijn ideale toekomstbeeld

Kijkend naar de toekomst van het onderwijs en de snelheid van de digitalisering denk ik dat we steeds meer gemeenschappelijke ruimtes zullen vinden waar we samen de mooiste dingen gaan maken. Laat de kinderen het maar ontdekken! En ik hoop zelfs dat we die ruimtes dan niet alleen zullen inzetten binnen ons huidige onderwijssysteem. Het mogen wat mij betreft ontmoetingsruimtes worden waar jong tot oud samenkomen, filosoferen over de toekomst, oplossingen onderzoeken en bedenken voor problemen die we in ons dagelijks leven ondervinden. De 3D-printer zal daarin een centrale rol hebben aangezien we nog altijd graag materialen fysiek willen aanraken en voor ons willen zien. Een van de rollen van het onderwijs zou kunnen zijn om thema's zoals verduurzaming van de samenleving en schone energie via een wereldwijd platform vorm te geven. De materialen die we nodig hebben om dat voor elkaar te krijgen zijn op dit moment al aanwezig en er komen elke dag steeds meer bij. De toekomst maken we samen hoor ik steeds en wanneer beginnen we nu echt?

SANDER VAN DER MARK

Assortimentsmanager, de Rolf groep

Het bouwen van de 3D-printer is als een ‘bergexpeditie’

Welke technieken
en vaardigheden
zijn daar voor
nodig?

Terwijl 5 leerlingen uit groep 8 van openbare basisschool de Regenboog in Ens bezig zijn met het bouwen van een 3D-printer raakt Ria Uitdewilligen – intern begeleider en gedragsspecialist M-Sen – steeds meer onder de indruk van het enorme effect op het bouwproces, wat betreft motivatie, leergierigheid, enthousiasme en het welbevinden van leerlingen. Naarmate het bouwproces vordert begint het zelfs op een bergexpeditie te lijken. Juf Annette is de expeditieleider in de school die haar sherpa's (collega's) en klimmers (leerlingen) meeneemt naar de top.

Voor zo'n bergexpeditie heb je naast betrokken sherpa's en klimmers ook zelfvertrouwen, geduld, sociale vaardigheden, doe-ervaringen, vindingrijkheid ook een goed klimplan nodig.

Expeditieleider juf Annette vertelt

“Tijdens het bouwen van de 3D-printer worden er verschillende vaardigheden van de leerlingen gevraagd. Naast het kritisch lezen van het klimplan in het Engels en stap voor stap doen wat er staat (niet wat je denkt dat er staat), vraagt het proces veel sociale vaardigheden. Ik heb als leerkracht er bewust voor gekozen om de kinderen in duo's te laten werken en daarbij ook de opdracht gegeven dat iedereen moet kunnen bouwen. Ik vind het zo mooi om te zien hoe de leerling die moeite heeft met leren, aan de leerling die 'het vaak weet' nu kan uitleggen hoe het zit met de 3D-printer. Deze leerling is namelijk erg handig met zijn handen en ziet dus al snel wat de bedoeling is. Terwijl de ander die handig is met zijn hoofd, het moeilijk vindt om iets met zijn handen te maken. Tijdens het werken aan zo'n project worden kwaliteiten van leerlingen duidelijk, maar ook zeker de dingen die leerlingen lastig vinden. Omdat we met een klein groepje aan het werk zijn,

zien de leerlingen dit ook van elkaar en ontstaan er mooie gesprekken.”

Juf Annette zorgt voor het goede klimtouw om het proces te vergemakkelijken en de veiligheid te borgen. De expeditieleider geeft aan de klimmers op het goede moment de goede signalen af: “Durf vooral ook te stoppen en om te keren als het tegen zit, het is af te raden alleen op pad te gaan”. Het doen slagen van deze expeditie laat zien dat naast een prima uitrusting en goede begeleiding goede communicatieve vaardigheden van groot belang zijn. Het ligt zelden aan het materiaal of het gebrek aan de theoretische kennis dat het mis gaat. Op openbare basisschool De Regenboog gaat dit bij het naderen van de top mis op het moment dat 2 motortjes niet op de juiste plaats in de 3D-printer gezet zijn. De klimtocht valt stil. Zelfoverschatting, te snel willen en gebrekkige communicatie binnen de groep veroorzaken de meeste ongevallen.

Het klimproces

Om de hoogste top bij een bergexpeditie te halen is een optimale ontwikkeling en voorbereiding van de klimmers een voorwaarde. Het is de taak van de expeditieleider om iedere klimmer naar de



top te brengen en deze te voorzien van een expeditieplan en touwtechnieken waarbij rekening gehouden wordt met elkaars conditie. Technisch routes zijn alleen veilige routes, wanneer de klimmer alert, kritisch en precies is.

Een expeditieleider is naast een regelaar ook creatief, inventief, nieuwsgierig, avontuurlijk, kent de techniek, weet hoe hij de energie moet verdelen, hoe hij door moet zetten en het ritme moet bepalen om ieder ernstig afwijkend gedrag van de klimmer te kunnen ombuigen. Vaardigheden die ook bij het bouwen van een 3D-printer van groot belang zijn. Wat eenmaal goed gaat in de ontwikkeling van een klimmer moet je 'zekeren' om vertrouwen te blijven houden in eenmaal verworven vaardigheden, pas dan wordt persoonlijke groei mogelijk gemaakt. Af en toe moet je als leerkracht het touw laten vieren zodat de klimmer eigen mogelijkheden in kan brengen waardoor zelfvertrouwen meer kans krijgt zich te ontwikkelen.

Een goed expeditieplan draagt bij aan de conditie, het zelfsturend vermogen, de leerresultaten en vaardigheden van de 'klimmer'. Bergbeklimmen blijft een risicovolle sport en sherpa's hebben hierbij een verantwoordelijke taak voor de klimmers! Wanneer de school een goed basiskamp is, gaan kinderen er graag naar toe en ontwikkelen ze hun competentie en autonomie: je mag er zijn, je gaat de top halen! Het doel wordt gehaald!



RIA UITDEWILLIGEN

Functie: Intern begeleider en gedragsspecialist M-Sen Openbare basisschool De Regenboog in Ens

Vijf klimmers van OBS De Regenboog aan het woord

Jennifer "Die 3D-printer heeft me laten zien wat ik allemaal kan, wat ik nog niet wist. Ik heb in mijn hoofd techniek ontdekt, dat geeft me een slim gevoel, ik word er super nieuwsgierig van. Het is een goed gevoel, dat had ik nooit van mezelf gedacht".

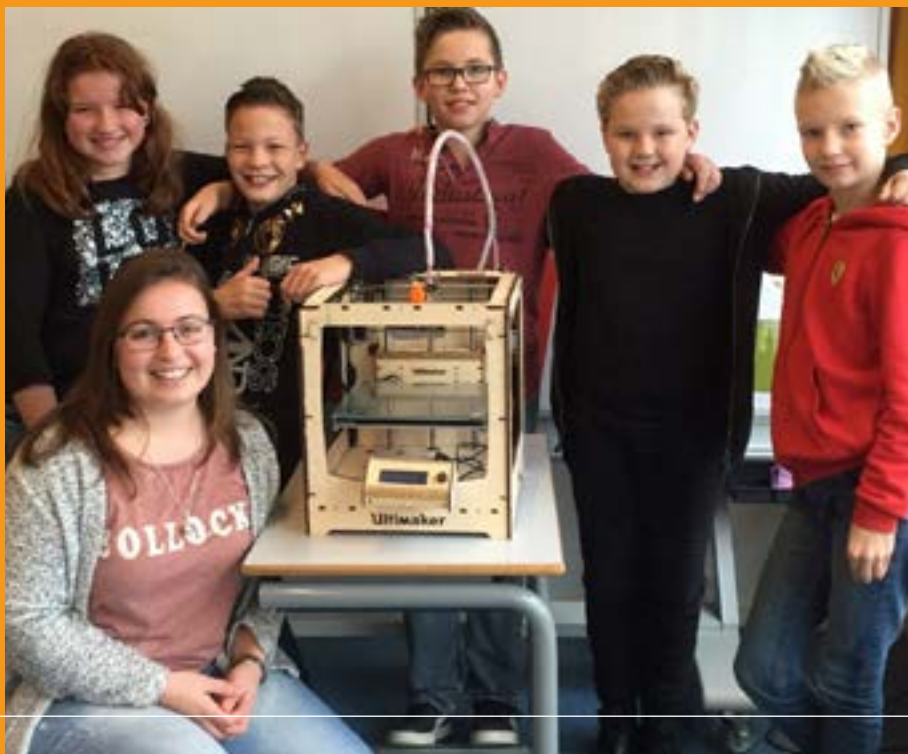
Wilbert "Ik krijg door die 3D-printer weer extra zin in school, want dat bouwen is super leuk. Je kunt veel leren van het ontwerpen en nieuwe programma's ontdekken die je nog niet kende. Ik zou voor dieren die niet goed kunnen lopen iets willen bouwen waardoor ze zich weer goed voelen".

Swen "Het gaf mij soms een krakend gevoel in mijn hersenen, want het was best moeilijk.

Je moet echt goed lezen, begrijpend lezen maar dan met plaatjes erbij, goed nadenken en dan de goede schroefjes pakken".

Corné "Samen maakten we leuke foutjes, we waren een stapje te ver gegaan. We waren verbaasd en ook wel een beetje teleurgesteld. Ik had wel zin om door te zetten. Ik heb geleerd nog beter op te letten en niet te snel te gaan. Je moet heel erg precies zijn. Soms hadden we juf nodig als er echt iets niet wou. Ik word er heel blij van in ons laatste jaar op deze school. Ik word daar heel creatief van in mijn hoofd".

Anthijn "Soms dacht ik: Ik wil die printer wel uit het raam gooien, toen alles tegenzat met die schroefjes plaatsen. Mijn hoofd werd opgeblazen, maar toch ben ik nu opgelucht dat we helemaal samen hebben doorgezet. Het geeft mij dan een heel intelligent en slim gevoel, echt goed dat ik het dan niet heb opgegeven, want ik ben een persoon die wel snel kan opgeven, ik heb mezelf daarin overwonnen! Het ontwerpen, daar hoef je niet intelligent voor te zijn, want als je goed leest, lukt dat wel. Ik heb wel meer overwonnen bij techniek maar de 3D-printer was het grootste voor mij! Dat ervaar ik zelf als intelligent want ik wil technisch ingenieur worden, mijn eigen gereedschap bouwen, intelligente auto's en robots maken".



Met z'n allen aan de slag!

Samen. Een woord dat erg past bij de Rabobank. Aan de slag gaan om samen een resultaat te bereiken, om samen te onderzoeken en om samen te ondernemen. Dat is kortgezegd wat de Rabobanken in Groningen aantrok en 3Dkanjers als idee voordroeg voor een bijdrage uit het coöperatiefonds.

We zien dat in Groningers veel kracht zit! Zij, volwassenen en kinderen, maken de provincie. Dat hebben we letterlijk kunnen ervaren toen in januari 2016 'Perspectief Groningen 2025 – de kracht van Groningen werd gepresenteerd (www.dekrachtvangroningen.nl). In het perspectief is gefocust op het verzilveren van kansen op het gebied van vitaliteit, werkgelegenheid en het aantrekkelijk houden van deze provincie.

Doordat de Rabobank een coöperatie is, gaat een deel van de winst terug naar de leden. Dit is vastgelegd in het coöperatiefonds. Vanuit dit fonds worden projecten ondersteund die, in algemene zin, bijdragen aan verbetering van de regionale economie of samenleving. 3Dkanjers biedt dit via hun programma aan bij scholen en daardoor weer bij de leerlingen. Dat maakte het dat de leden van de ledenraden van de Rabobanken in Groningen (te weten Noord-Groningen, Noorderveld West Groningen en Zuid en Oost Groningen) met veel enthousiasme 'ja' hebben gezegd. Met deze 'ja' werd een financiële bijdrage geleverd aan de scholen die aan de slag zijn gegaan met het bouwen van de 3D-printer.

We kregen al vlot in de gaten dat 3Dkanjers met veel enthousiasme wordt opgepakt door de leerlingen die van start zijn gegaan. Leerlingen zijn ontzettend creatief en hebben snel door waar het om draait bij deze vorm van techniek. Het is niet saai en het vraagt om een andere manier kijken. Daarom dat 3Dkanjers meer provinciaal kan worden – we willen zo veel mogelijk leerlingen geïnteresseerd en ondernemend krijgen. Hoe? Door in ieder geval ons warme pleidooi te houden voor het positieve effect – met z'n allen aan de slag!

Met grote voldoening namen we dan ook kennis van het feit dat de Economic Board Groningen voor haar onderwijsproject in het aardbevingsgebied in Groningen de 3Dkanjers Experience subsidieert voor de daar gevestigde scholen in het primair en voortgezet onderwijs. De aftrap voor dit project heeft op donderdag 9 februari 2017 plaats gevonden in het Nijlicht in de Eemshaven. Dat ons initiatief op een dergelijke wijze wordt voortgezet is samenwerking in optima forma. Ook als Rabobank zullen wij in de toekomst deze activiteiten blijven steunen omdat we er vanuit overtuigd zijn dat dit een wezenlijke bijdrage levert aan de structuurversterking van de regio.



Het enthousiasme spat er vanaf bij de leerlingen van basisschool De Klim-op in Middelstum. (Fotograaf is Yolanda Wals)



Rabobank
NOORD-GRONINGEN

WINANDA HOEGEN-KUIPER Rabobank Noord-Groningen

WAAROM IN JE EENTJE, ALS



‘Wat doe je in vredesnaam met een 3D-printer op school? Je kunt er alleen wat dingetjes mee printen’ of ‘wat heeft zo’n printer nou met onderwijs te maken?’ zijn veelgehoorde vragen die ik tijdens een willekeurig gesprek gesteld krijg als ik over onze 3D-printer begin. Voor veel mensen is de 3D-printer niet meer dan een ‘gadget’. De verbinding met onderwijs is al helemaal vergezocht. Maar hoe zorgen we ervoor dat we gaan verbinden?

In november 2013 raakten mijn team van de Mariaschool en ik geïnspireerd door de mogelijkheden van het apparaat. Als cadeau voor onze nieuwe school kregen wij van onze oudervereniging een Leapfrog Creatr Dual Extruder. Al snel werd het apparaat dagelijks aan het werk gezet en werden de leerlingen enthousiast. Aangezien de 3D-printer destijds nauwelijks werd gebruikt binnen het onderwijs, was het lastig om aan lesmateriaal te komen of het te ontwikkelen. Dat leerlingen zelf prima in staat zijn om mee te denken en te beslissen binnen hun eigen leerproces werd al snel duidelijk: het waren voornamelijk de leerlingen die met allerlei ideeën kwamen. Tinkercad werd ontdekt en zo ontstonden er langzamerhand steeds meer raakvlakken met het vak techniek en de 21st century skills, zoals programmeren, ontwerpen, het probleemoplossend vermogen en het onderhoud van de printer.

Eigentijdse invulling

Het is van groot belang onze leerlingen in contact te brengen met nieuwe technologieën en bijbehorende vaardigheden. In de eerste plaats omdat de leerlingen behoren tot de generatie die zich bezig gaat houden met de ontwikkeling en toepassing van deze technologieën, maar ook om ze bewust te laten worden van hun eigen talenten, interesses en vaardigheden. Daarnaast is het een mooie toevoeging aan het techniekonderwijs binnen de school, met het oog op het jaar 2020, waarin van alle basisscholen wordt verwacht een leerlijn techniek te hebben opgezet en er structureel lessen worden gegeven.

De provincie Drenthe neemt deze ontwikkeling serieus en heeft besloten in 2016 subsidies te verlenen aan basisscholen in de provincie. Hiermee willen ze op een eigentijdse wijze invulling geven aan de leerlijn techniek. Veel Drentse scholen hebben hier gebruik van gemaakt. Ook onze stichting Primenius heeft al haar Drentse scholen voorzien van een printer van 3Dkanjers. Om de Groningse scholen van Primenius te voorzien van printers, is er contact gezocht met het bedrijfsleven. Zij hebben de cofinanciering verzorgd voor de Groningse scholen van Primenius, waardoor nu alle 33 scholen in Groningen en Drenthe over een 3D-printer beschikken.

Zorg voor verbinding

Juist het bedrijfsleven heeft baat bij deze ontwikkelingen. Door leerlingen te enthousiasmeren voor techniek kunnen we ervoor zorgen ze een bredere interesse te laten ontwikkelen. Dit biedt kansen voor de leerlingen in het vervolgonderwijs, maar ook voor de technieksector. Des te jonger die interesse kan worden gewekt, des te beter. Eén van de uitgangspunten van het



HET OOK SAMEN KAN?

nationaal techniekpact 2020 is dan ook dat techniekonderwijs een stuk aantrekkelijker kan worden als er verbinding ontstaat tussen scholen en het bedrijfsleven. Juist hier kan de 3D-printer een verbindende factor zijn tussen de scholen en het lokale bedrijfsleven. Op deze manier komen de leerlingen in aanraking met verschillende technische vaardigheden, maar ook met zaken als ondernemerschap en financiën. Leerlingen kunnen een samenwerking aangaan met een lokaal bedrijf om in een bepaalde vraag te voorzien. Kennis delen is dus van wezenlijk belang om verder te kunnen ontwikkelen. Primenius heeft er voor gekozen om elkaars kennis en expertise beter te benutten. Er is namelijk voldoende kennis aanwezig binnen je eigen stichting, mits je hiervoor de ruimte biedt en de mogelijkheid creëert. Daarom organiseren ze 'inspiratiesessies', waarin collega's uit het werkveld hun kennis en expertise delen met andere collega's. Op deze manier willen ze het delen van kennis een centrale rol laten spelen binnen het onderwijs, en hopen ze dat de passie en het enthousiasme over allerlei zaken tijdens deze sessies zorgen voor een positief en motiverend effect op de personeelsleden. Dit kan nèt het duwtje in de goede richting geven, waardoor het kan bijdragen aan een (nieuwe) ontwikkeling binnen onze scholen, waaronder het 3D-printen.

'If you have knowledge, let others light their candles in it'

– Margaret Fuller

Maak het betekenisvol!

Zo print een bovenbouwgroep van basisschool de Banier in Zwartemeer winkelwagenmuntjes voor de plaatselijke supermarkt, worden er voor een modelbouwer onderdelen geprint (wat een week handwerk scheelt!) en heeft de plaatselijke fysiotherapeut modellen van rugwervels ontvangen om zijn patiënten uitleg te kunnen geven. Kortom: talloze mogelijkheden om de 3D-printer te (blijven) gebruiken binnen je hedendaagse (techniek)onderwijs en ervoor te zorgen dat je allerlei vakgebieden kunt integreren bij het gebruik van de printer. Als leerkracht kun je het onderwijs vormgeven rondom deze samenwerking: hoeveel (centi)meter materiaal heeft de printer verbruikt? Wat kost een rol, hoeveel meter zit er op een rol en wat kost dan één print? Door een samenwerking ontstaat er ook de mogelijkheid om op excursie te gaan bij het betreffende bedrijf. Op deze manier ben je op een prakti-

sche manier aan het rekenen, maak je het voor de leerlingen betekenisvol en vooral leuk! Door ook nog te rekenen met een bepaalde winstmarge kun je op deze manier de leerlingen een eigen onderneming laten opstarten, waar ze ook nog een leuke verdienste aan overhouden om bijvoorbeeld een uitje te organiseren. Leerlingen maken hierdoor niet alleen kennis met het lokale bedrijfsleven, maar leren ook beter om te gaan met geld en komen in aanraking met ondernemerschap. Daarnaast werk je op deze manier actief aan burgerschap, door de leerlingen te laten participeren in de (plaatselijke) maatschappij. En hoe mooi is het als mensen uit het bedrijfsleven de leerlingen hierin kunnen begeleiden?

Samen sterk

Om onze leerlingen voor te bereiden op onze snel ontwikkelende samenleving, is het belangrijk dat leerlingen een centrale, sturende rol hebben binnen hun eigen leerproces. Zelf keuzes maken die aansluiten bij hun behoeften. En dit kunnen ze! Om dit goed te begeleiden, vraagt dit een andere rol van de leerkracht. Het dwingt je jezelf op te stellen als coach en friendly mediator. Door de leerling eigenaar te maken van zijn of haar leerproces, geef je de leerling een stuk verantwoordelijkheid, wat zorgt voor meer betrokkenheid. Aangezien dit nauw aansluit bij de visie van onze stichting Primenius, sluit het project van 3Dkanjers hier naadloos bij aan. Juist omdat de leerlingen een centrale rol spelen in de bouw van hun eigen printer en het gebruik hiervan, zorg je voor betrokkenheid, samenwerking, enthousiasme, zet je de leerlingen in hun kracht en geef je ze de mogelijkheid hun eigen talenten te ontdekken. Het zoeken van samenwerking en het delen van kennis en expertise zijn van wezenlijk belang om ons verder te kunnen ontwikkelen. Want waarom zou je in je eentje werken en leren als het ook samen kan?



Rik Bergmann

Onderwijsspecialist
ICT-didactiek voor
stichting Primenius
Leerkracht groep
6/7/8 op de
Mariaschool in Eelde-
Paterswolde

VOEL HET PROCES VAN ONTWERPEND LEREN!

Leraren basisonderwijs die aan de slag gaan in een fablab*. Een mooie manier om zelf te ervaren hoe het is om van idee tot een 'echt' product te komen. Het proces van ontwerpen, prototypen is een boeiend, maar soms lastig of onvoorspelbaar. Juist de verschillende emoties die hiermee gepaard gaan zorgt ervoor dat zelf ervaren, goud waard is. Zo begrijp je als leraar beter welk proces leerlingen doormaken.



* Een fab lab (afkorting van het Engelse fabrication laboratory), is een coöperatieve werkplaats waar uitvinders en ontwikkelaars gebruik kunnen maken van een collectieve infrastructuur. Hier staan onder meer computers, 3D-printers, lasersnijders en frezen (Bron: Wikipedia).



De leraren maaktweedaagse van Hogeschool de Kempel start met tijd steken in het creatieve proces. Wat is creativiteit? Iedereen kan creatief zijn of kan leren open te staan voor ingevingen, bijzondere combinaties en associaties. Enkele gerichte oefeningen geven inzicht in dit proces en leveren direct mooie aanknopingspunten voor de volgende stap. Vrij denken of 'out of the box'-denken, net als ooit Walt Disney deed. Alles kan, alles is mogelijk. Later komen pas de beperkingen. Materiaal, geld en tijd spelen dan een rol. De leraren bedenken een product dat er nog niet is of een oplossing biedt voor een 'probleem'. En dan wordt het boeiend! Wie blijft in kaders denken of vasthouden aan wat hij/zij al weet? Wie maakt een bijzondere combinatie en komt tot een mooi plan?

Na de brainstormfase, associëren, opnieuw beginnen, de eerste schetsen (waarvan er veel in de papierbak belanden), is het tijd om te verkennen met welk materiaal er gewerkt kan worden. In het fablab is een lasersnijder, een 3D-printer, een buigmachine, een frees, elektronica en heel veel gereedschap aanwezig. Er kan gewerkt worden met bijvoorbeeld hout of met kunststof. Voor een prototype is dat meer dan voldoende. De 3D-printers en de lasersnijder maken overuren. De eerste prototypes ontstaan in de handen van de gedreven ontwerpers. Reacties als 'Yes, dat is goed!' en 'Toch maar weer opnieuw tekenen' wisselen elkaar af. Emoties blijven niet uit in het proces van ontwerpen en prototypen. Verwondering, oprechte nieuwsgierigheid, frustratie en trots volgen elkaar op.

Na twee dagen hard werken (inclusief een avond) staan de producten op tafel. Het zijn nog prototypes die nog verder ontwikkeld kunnen worden. Het gaat niet om een product dat helemaal af is. Het gaat om het proces en de beleving. Leraren ervaren zo hoe de cyclus van ontwerpend leren in elkaar zit. Hierdoor begrijpen ze deze cyclus beter en begeleiden ze hun leerlingen met plezier tijdens hun ontdekkings-tocht in de wereld van het creëren. De wereld van het 'maken' inspireert namelijk niet alleen leerlingen, maar zeker ook leraren.



Studenten de Kempel aan de slag met 3Dkanjers

Twee vierdejaarsstudenten van Hogeschool de Kempel hebben met succes een 3D-printer gebouwd met hun stageklas. Laura Beekmans bouwde een 3D-printer met haar groep 7 en ontwikkelde een heel stappenplan voor kinderen gebaseerd op het model van ontwerpend leren. Inge van Weert bouwde met de kinderen van groep 4 (!) een 3D-printer. Heel veel konden de kinderen zelf, maar er was wel hulp nodig bij een aantal stappen. Enthousiaste leerlingen, enthousiaste leraren en ouders die trots en vol bewondering een kijkje kwamen nemen in de klas. Een succesvol 3Dkanjers project!



Ook interesse in een maaktweedaagse voor leraren? Neem dan contact op met **FRANK COENDERS** van Hogeschool de Kempel in Helmond (f.coenders@kempel.nl)

De toekomst



begint vandaag

Nieuwe technologieën en ontwikkelingen volgen elkaar in rap tempo op. Waar vandaag iedereen over praat, is morgen alweer oud nieuws. Hoe dan ook wordt de afstand tussen een idee en een product steeds kleiner. Leerlingen worden makers en docenten hun coaches. Moderne technologieën worden steeds goedkoper en voor een breder publiek beschikbaar.

Vliegende start

Dat heeft ook zijn weerslag op de arbeidsmarkt en daarmee op het onderwijs. De beroepen van straks bestaan voor een deel nu nog niet eens. Hoe weten we dan waar ons onderwijs aan moet voldoen? Wat moeten de leerlingen van nú leren om later een vliegende start te kunnen maken op de arbeidsmarkt? Welke kennis en vaardigheden hebben zij nodig om optimaal te kunnen functioneren in de samenleving van de toekomst? Door te vertrouwen op het onderwijs van nu en tegelijkertijd niet bang te zijn voor nieuwe dingen, denken wij. Want of we nu willen of niet, het onderwijs is en blijft volop in beweging.

heutink.

Maken is een emotie

Een recente ontwikkeling is het maakonderwijs. Nogal een breed begrip. En is maken wel zo nieuw? Eigenlijk niet natuurlijk. Maar de wijze waarop we maken en de rol van leerling en leerkracht zijn dat wel. Voorop staat dat maken een emotie is. Je kunt er veel in kwijt en op de automatische piloot een stappenplan volgen levert vaak geen bevredigend resultaat op. Het is juist de weg naar het uiteindelijke resultaat toe waar de meeste voldoening uit wordt gehaald. Én waar de meeste leermomenten, vaak spontaan, ontstaan.

Maakonderwijs op de kaart

FabLabs en Makerspaces, werkplaatsen waar je eigen ideeën kunt realiseren door computergestuurde machines, schieten als paddenstoelen uit de grond. Op steeds meer plekken in Nederland zien we dat op eigen initiatief en vanuit een voortrekkersrol de maakbeweging en scholen samenwerken om het onderwijs te vernieuwen. En het internet barst inmiddels van de maakideeën voor kinderen en jongeren. Kortom: maakonderwijs is hot!

**“WHAT I HEAR I FORGET
WHAT I SEE I REMEMBER
WHAT I DO I UNDERSTAND”**
Confucius

Een beroep op creativiteit en denkvaardigheid

Door onderzoekend en ontwerpend leren ontwikkelen leerlingen competenties die samenhangen met de wetenschappelijke manier van werken of met het werken als ontwerper. Deze manier van leren daagt leerlingen uit en doet een beroep op hun creativiteit en denkvaardigheden. Er is veel ruimte voor verwondering en eigen vragen waardoor de leerlingen de kennisinhoud veel beter opnemen en onthouden. Ook oefenen ze belangrijke procesvaardigheden zoals problemen oplossen en vragen stellen. Allemaal vaardigheden die belangrijk zijn voor de beroepen van de toekomst. ‘Onderzoekend, samenwerkend en contextrijk leren hebben een positieve invloed. Jongens én meisjes hebben meer zin in bètavakken.’





3D-printen in meer dan drie dimensies bekeken

Leerdoelen en vaardigheden gekoppeld aan het proces

3D-printen heeft de laatste jaren een vlucht genomen en zijn intrede gedaan in de wereld van de schoolomgeving. Predikers en pioniers verkondigen dat er een wereld open gaat en dat alles.... nou ja álles...vrijwel alles mogelijk is. Steeds zie je resultaten voorbij komen die je ervan overtuigen ook zo'n printer aan te schaffen; STL-files met ingewikkelde tandwielconstructies die perfect lopen, ingenieus ontworpen fijnmazige vazen, prachtige sieraden, complete verbrandingsmotoren of zelfs een werkend raadhuisklok. Wie wil niet met zijn (van internet gehaalde) 3D-model pronken? Toch zouden we er meer aan hebben als we leerdoelen en vaardigheden gaan koppelen aan het proces in plaats van aan het eindresultaat.

3D-printer als gereedschap

Bij het onderzoekend leren stelt de leerling een onderzoeksvraag op, doet onderzoek, vergelijkt de resultaten met de onderzoeksvraag, stelt eventueel het onderzoek bij en houdt resultaten keurig bij om vervolgens de resultaten te verwoorden in een verslag dat in een bepaalde vorm wordt ingeleverd. Een herkenbare en bewezen leerzame manier van werken. Je kunt met deze analogie ook het 3D-printen beschouwen. Het genereren van een 3D-print staat namelijk niet op zich. De 3D-print is slechts de vorm in de laatste stap in het ontwerpproces. Doelen voor de leerlingen zouden opgehangen moeten worden aan de vaardigheden die nodig zijn tijdens

dit hele proces, het gaat niet (alleen) om de printvaardigheden.

3D-printen wordt dan ook pas écht leerzaam als niet alleen het eindproduct beoordeeld wordt, maar als de leerkracht een leerling ook na laat denken over de weg die is bewandeld om tot het eindresultaat te komen:

- Hoe vaak heb je moeten printen alvorens dit resultaat te krijgen?
- Waar heb je concessies moeten doen op je oorspronkelijke ontwerp?
- Wat moest je doen om het eisenpakket in stand te houden?
- Hoe ging je om met de maatvoering?
- Op welke plaatsen in je ontwerp heb je rekening moeten houden met de beperkingen van je printer of de printtechnologie in het algemeen?
- Hoe ga je om met dit proces van steeds veranderende resultaten?

Hoe ziet een standaard ontwerp-proces er uit?

Het ontwerpen van een product ontstaat meestal vanuit een behoefte; de wens om iets te hebben wat bijvoorbeeld jou of een ander in een behoefte of gemak voorziet. Je stelt jezelf de vraag of er iets dergelijks al te koop is of dat er verbeteringen aan een bestaand product nodig zijn. In een pakket van eisen (PVE) kun je vervolgens aangeven waaraan zo'n nieuw product moet voldoen (zoals vorm, materialen, grootte, duurzaamheid). Vervolgens ga je een beeld vormen hoe het product er gaat uitzien. Eerst maak je schetsjes van diverse alternatieven, vervolgens ga je 'spuug-modellen'

maken met voor de hand liggende materialen. Een belangrijk aspect is om in dit opbouwend proces de mogelijkheden en de beperkingen te kennen van je printer:

- Effecten van instellingen zoals temperaturen, printsnelheden en laagdikten
- Hoe voorkom je dat je in de lucht print? Met andere woorden: 'Onder welke hoek kan ik nog lagen op elkaar printen zonder dat het 'luchtprinten' aan de orde is?'

Bij op elkaar passende onderdelen moet je rekening houden met maten en toleranties. Een maatafwijking van 0,3 mm is geen uitzondering! Daarmee kun je al rekening houden in je PVE en dat zal zeker nodig zijn als je gaat tekenen. Met behulp van een tekenprogramma kun je op basis van het prototype de ideeën digitaliseren, die vervolgens in een STL-bestand de weg vinden naar de printer. Als je dan je eerste print in handen hebt, ga je beoordelen of het aan die eisen voldoet die je vooraf gesteld hebt. Vaak zijn er aanpassingen of verbeteringen nodig en ga je waar nodig nogmaals de ontwerpcyclus door. Eenmaal je einddoel bereikt, kun je meerdere producten maken. Het moge echter duidelijk zijn dat het 'even' printen van producten voor een klas met 25 leerlingen ondoenlijk is. Het kost met al die pogingen te veel tijd. Maar hoe kun je de 3D-printer dan wél gedegen inzetten in de les?

Hoe ga je 3D-printen inpassen in een les?

In groepjes werken aan een gewenst resultaat maakt 3D-printen niet alleen haalbaar maar ook nóg leerzamer. Voor elke onderzoeksvraag zijn vele antwoorden en oplossingen mogelijk. Door leerlingen in groepjes met een onderzoeksvraag aan de slag te laten gaan, kunnen ze onderzoeken waarom de ene oplossing die bedacht wordt wél werkt

en de andere juist niet. Na een mislukte print kunnen ze onderzoeken en leren waarom het fout ging. Dat is ook de essentie van 'rapid prototyping', waar 3D-printen onder valt. En eigenlijk is het niet eens fout gegaan, maar voldoet het nog niet aan de vooraf gestelde eisen en verwachtingen. Je gaat onderzoeken of een beter resultaat mogelijk is. Je maakt (her)overwegingen. De ene keer kom jij op een nieuwe mogelijkheid, een andere keer komt er uit een onverwachte hoek een lumineus idee.

Technici en vermeende a-technici

De 3D-printer biedt tevens een mogelijkheid technici en vermeende a-technici met elkaar te verbinden. Technici hebben de neiging in structuren te denken of uit te gaan van bepaalde reeds bestaande concepten. De vermeende a-technici komen onbevangen met ideeën die een heel ander licht werpen op mogelijkheden. In een schoolomgeving kun je daar zinvol gebruik van maken.

Tot slot

3D-printen kan gaan met vallen en opstaan, maar het loont! Bij aanvang is het hard werken om in die snelle maker-wereld een weg te vinden, voor zowel de leerlingen als voor de leerkracht. Als leerkracht moet u enerzijds de techniek beheersen en anderzijds het proces in de gaten houden, begeleiden en bijsturen. Samen met leerlingen het proces doorlopen, hen motiveren door geboekte successen en daarentegen de leerlingen laten omgaan met teleurstellingen die óók leerzaam zijn. 3D-printen in het (technisch) ontwerpproces leert de leerling metacognitieve eigenschappen te ontdekken, prikkelt de creativiteit en leert omgaan met beperkingen. En bovenal: leerlingen groeien door verborgen mogelijkheden in zichzelf te ontdekken! Daar ligt tevens dé kans om techniek een extra dimensie te geven en te promoten.

PETER HULSENBOOM
Hogeschool Utrecht

PRAKTISCHE TIPS

- Haal geen kant-en-klaar ontwerp van internet maar daag leerlingen uit iets te bedenken wat in een (eigen) onvervulde behoefte voorziet.
- Koppel leerdoelen niet aan het eindresultaat of de printvaardigheid, maar juist aan het ontwerpproces en bijbehorende vaardigheden.
- Werk op basis van onderzoeksvragen en een plan van eisen en laat leerlingen achteraf evalueren. Oftewel: benader het ontwerpproces als een (profiel)werkstuk.
- Laat leerlingen in groepjes aan een ontwerp werken om 3D-printen haalbaar en nog leerzamer te maken.
- Er bestaan geen foute prints, elke print leidt tot nieuwe inzichten en leerervaringen (mits de leerlingen uitgedaagd worden tot evaluatie en reflectie).
- Zorg dat technische leerlingen, minder technische leerlingen én leerkracht samenwerken, elkaar inspireren, motiveren en uitdagen. Dit zorgt voor verbinding, motivatie en creativiteit.
- Laat leerlingen ideeën, eindresultaat én ervaringen delen met andere leerlingen, bijvoorbeeld via internet. Dit motiveert het aangaan van nieuwe ervaringen.

Samen op onderzoek met de 3D-printer

Het bouwen van en werken met een 3D-printer vraagt om onderzoekend en ontwerpend leren, waarmee de benodigde vaardigheden voor de toekomst worden ontwikkeld zoals creativiteit, co-creatie, leren door te doen, ondernemingszin, kritisch en onderzoekend denken; de 21st eeuwse vaardigheden.

Co-creëren tijdens het 3D-printen

De afstand tussen de eerste verwondering en het uitwerken van een idee naar een concreet en tastbaar object, wordt met de 3D-printer enorm verkort. Zo kun je binnen enkele minuten een object ontwerpen met een 3D-tekenprogramma en deze uitprinten op een 3D-printer. De leerlingen voelen en zien direct het resultaat en daarmee ook de verbeteringen die mogelijk zijn. Ze gaan fantaseren, bedenken, ontwerpen, voorbereiden, bouwen, testen en (her)gebruiken. De leerlingen komen naast techniek ook in aanraking met onderwerpen gerelateerd aan natuur, rekenen/wiskunde, maatschappij, kunst en beeldende vorming. Ook ten aanzien van samenwerking en co-creatie wordt van hen wat gevraagd. Om een project te doen slagen moet iedereen een bijdrage leveren, vertrouwen hebben in elkaars capaciteiten, het werk verdelen, afstemmen en evalueren.

Nieuwe mogelijkheden

Een 3D-printer biedt ook nieuwe mogelijkheden voor de leerkracht. Zo schept het ruimte voor meer interactieve activiteiten in het klaslokaal en kan de leerkracht driedimensionale hulpmiddelen printen om moeilijkere onderwerpen te illustreren. Tijdens de geschiedenisles kunnen historische objecten worden geprint, zodat ze meer in detail bekeken kunnen worden. Tijdens de aardrijkskundeles kunnen bijvoorbeeld topografieën geprint worden en voor natuur en techniek kunnen dieren, botten, organen en andere biologische objecten worden geprint. De mogelijkheden zijn eindeloos (kijk ook eens op youmagine.com of thingiverse.com).

Optimaal benutten van de mogelijkheden

Vaak kunnen leraren en leerlingen al snel zelf uit de voeten met het 3D-printen. Een printje plukken van het internet en printen lukt bijna iedereen, een prima manier om het eerste 3D-printen onder de knie te krijgen. Maar dan.... wat kunnen we vervolgens nog meer met de 3D-printer doen? Hoe benader ik de verschillende leeftijdsgroepen? Hoe besteed ik meer aandacht aan het ontwerpen en programmeren? Hoe verbind ik het 3D-printen aan de overige vakgebieden? En, misschien wel het belangrijkste, hoe zorg ik voor een gedegen opbouw in activiteiten?

Samenwerking Heutink en 3Dkanjers

Om u optimaal te kunnen ondersteunen bij het goed en nuttig inzetten van de 3D-printer in het klaslokaal, is Heutink een samenwerking aan gegaan met 3Dkanjers. 3Dkanjers is een vooruitstrevend initiatief met als doel talentontwikkeling van leerlingen met behulp van wetenschap en techniek te stimuleren. Gezamenlijk ontwikkelen wij regionale projecten waarbij een groot financieel voordeel gecreëerd wordt voor de deelnemende scholen en de mogelijkheid ontstaat om op lokaal niveau leerzame initiatieven te ontplooiën voor leerlingen. Daarnaast brengt 3Dkanjers ook leerkrachten bij elkaar en stimuleren zij de uitwisseling van kennis en ervaringen op het gebied van 3D-printen.

A photograph of Ruud Seuren, a middle-aged man with short grey hair, wearing a blue button-down shirt under a dark jacket. He is smiling and looking towards the camera. In the foreground, a 3D printer is visible, with a yellow filament being extruded. The printer has a yellow frame and a clear protective enclosure. On the printer, there is a small orange tag with the word 'Kanjers' written on it. In the background, there is a large orange banner with the text '3Dkanjers' in large, colorful letters, and below it, 'ontwikkeling door Wetenschap en Techniek' and '3D-Printer in het klas'.

RUUD SEUREN

COACH 3DKANJERS

Ik zal me eerst even voorstellen. Mijn naam is Ruud Seuren, meer dan 40 jaar werkzaam in het onderwijs. Eerst als leerkracht, toen als directeur en momenteel als interim directeur in het basisonderwijs.

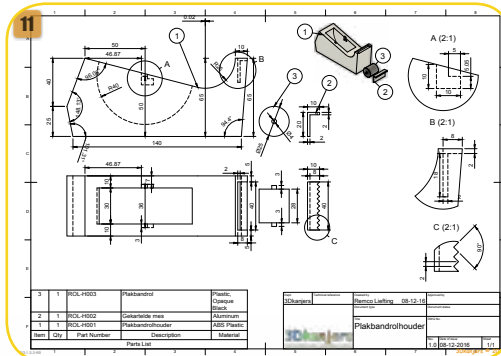
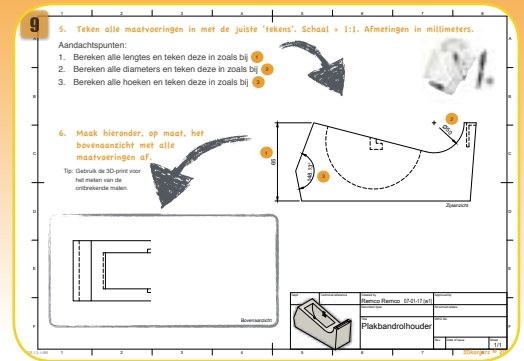
Een aantal jaren geleden kwam ik met Jos Kok in gesprek over 3D-printen in het onderwijs. Ik vroeg me destijds af wat de meerwaarde zou zijn van zo'n 'raar' ding op school. Door zijn enthousiasme werd mijn nieuwsgierigheid gewekt en nam ik de stap om op een van mijn scholen in zee te gaan met 3Dkanjers. Hierna was ik helemaal enthousiast geworden. Toen de vraag kwam of ik onder de noemer van 3Dkanjers de provincies Limburg, Gelderland en oostelijk Noord-Brabant wilde gaan beheren, zei ik daar natuurlijk direct "ja" op.

Hoe oud we ook zijn; leren kunnen we allemaal. Elke dag. Op school of in het dagelijkse leven. 3Dkanjers is voor mij een prachtig voorbeeld over wat we allemaal nog elke dag kunnen leren. Want wat gaat de tijd snel. Vroeger gaven we les met een krijtje op een groen krijtbord. Tegenwoordig is een digibord onmisbaar. De tijd gaat vlug, vliegensvlug en je moet mee. Hoe oud we ook zijn. En dat vind ik geweldig! Je laten inspireren en je blijven ontwikkelen.

VMBO: Een product maken en verbeteren

3Dkanjers heeft met diverse leerkrachten en CAD-specialisten uit het werkveld een werkboek 3D-ontwerp en 3D-printen voor het VMBO ontwikkeld. Deze is goed te gebruiken als aanvulling op bestaand lesmateriaal voor de module: een product maken en verbeteren.

Aan de hand van een concreet en herkenbaar product, in dit geval de plakbandrolhouder, wordt de leerling uitgedaagd om ontwerpen te beoordelen, te tekenen (2D en 3D) en uit te printen. De gekozen aanpak ondersteunt het stimuleren van de ondernemende vaardigheden van de leerling (initiatief tonen, innoveren) en het doen van eenvoudige onderzoeksactiviteiten om op grond daarvan beargumenteerde keuzes te maken.



3Dkanjers kiest voor het werken met Fusion 360 als platform voor 2D en 3D tekenen op het VMBO. Het is een professioneel en gratis (voor onderwijs) programma van Autodesk en wordt gezien als de opvolger van Inventor en is daarmee een stevige concurrent voor SolidWorks.



Lesidee: Plakbandrolhouder



'Do It Yourself'

Het KWTG ondersteunt basisscholen bij de duurzame implementatie van wetenschap- en technologieonderwijs.

Leerlingen verdienen wetenschap- en technologieonderwijs. Omdat ze daardoor een onderzoekende en ontwerpende houding creëren en 21e eeuwse vaardigheden eigen maken. Dat is noodzakelijk om later succesvol deel te kunnen nemen aan de maatschappij. Kenniscentrum Wetenschap en Techniek Gelderland (KWTG) ondersteunt basisscholen bij de implementatie van wetenschap en technologie in het onderwijscurriculum.

Natuurlijke nieuwsgierigheid

De technologische ontwikkelingen volgen elkaar razendsnel op. Wat vandaag innovatief wordt genoemd, is morgen alweer achterhaald. We worden ook steeds afhankelijker van techniek. Om als Nederland bij de wereldtop te (blijven) horen moeten we zorgen dat er voldoende goed geschoold personeel is om aan de toekomstige vraag naar kennis over en vaardigheden voor toepassing van techniek (ook in niet-technische beroepen) te voldoen. Om dat te bereiken is integratie van wetenschap en technologie in het basisonderwijs noodzakelijk. Door kinderen al op jonge leeftijd kennis te laten maken met de mogelijkheden die wetenschap en technologie bieden en in te spelen op hun natuurlijke nieuwsgierigheid en intrinsieke motivatie om te leren, vormen ze een onderzoekende en ontwerpende

houding. Ze ontdekken hun talenten en ontwikkelen vaardigheden als creatief en kritisch denken, problemen oplossen en samenwerken. Zo bereiden we hen voor op toekomstige uitdagingen.

Uitdagende opgave

Dat klinkt misschien eenvoudig, maar in de praktijk blijkt het vaak een uitdagende opgave. Bij veel basisscholen ontbreekt het namelijk aan de tijd en financiële middelen om wetenschap- en technologieonderwijs structureel in het curriculum te integreren. Om leerkrachten toch te inspireren en motiveren om met wetenschap en technologie aan de slag te gaan, stelt het KWTG op maat samengestelde ontwikkelarrangementen op en faciliteert in de uitvoering. Zo begeleidt het KWTG ruim honderd basisscholen in Gelderland op verschillende niveaus bij de vormgeving en uitvoering van wetenschap- en technologieonder-





De ambitie van het KWTG luidt: besturen en haar basisscholen stimuleren en ondersteunen bij het ontwikkelen van een ontdekkende en ontwerpende houding bij de kinderen (en hen die hen lesgeven), door middel van de inzet van wetenschap- en technologieonderwijs. Dat doet zij door te fungeren als loketfunctie voor het onderwijs en haar externe partners. Scholen en besturen kunnen met vragen bij het KWTG terecht, externe partners met hun expertise. Samen verkennen ze vanuit de huidige beelden en activiteiten de kansen en mogelijkheden. Het KWTG ontvangt subsidie vanuit de landelijke overheid. De regie ligt bij po-bestuurders van Connexus (Nijmegen), De BasisFluvius (Arnhem) en Paraat (Ulf).

wijs. En het leren en ontwikkelen van de leerkrachten.

Rijke ontmoetingen

Het KWTG gelooft dat je samen meer bereikt dan alleen. Daarom fungeert deze netwerkorganisatie bewust als spil tussen het basisonderwijs, de overheid, PABO's, techniekcoaches, hogescholen, universiteiten en ondernemers. Door het organiseren van rijke ontmoetingen middels onder andere netwerkbijeenkomsten en workshops wordt het uitwisselen van kennis en expertise gestimuleerd. De vragen van leerkrachten, directeuren en bestuurders zijn hierin altijd leidend.

Project NeXt

De basis van de aanpak van KWTG is de didactiek van onderzoekend en ontwerpend leren. Door de nieuwsgierigheid van leerkrachten in een rijke leeromgeving te prikkelen krijgen zij een beeld bij de mogelijkheden die wetenschap en technologie in de klas bieden. Vervolgens is het de uitdaging om dit te integreren in het onderwijs, op een manier die past bij de school, haar leerkrachten, ontwikkeling en nabije (leef)omgeving. Om met scholen en leerkrachten invulling te geven aan innovatief wetenschap- en technologieonderwijs startte het KWTG project NeXt. Tijdens dit inspiratiecongres worden directies

en leerkrachten geïnspireerd en krijgen ze ideeën van partners aangereikt om stappen te zetten richting een subsidieaanvraag.

3Dkanjers Experience

Om basisscholen op weg te helpen, worden tijdens project NeXt inspirerende partners en aansprekende voorbeelden van manieren om wetenschap- en technologieonderwijs te implementeren uitgelicht. 3Dkanjers is met haar 3Dkanjers Experience een van die partners met een aansprekend én praktisch uitvoerbaar voorbeeld. Want hoe leer je beter welke mogelijkheden techniek biedt en hoe deze in elkaar zit dan door je eigen 3D-printer te bouwen? Een van de scholen die middels subsidie van het KWTG met de Experience aan de slag is gegaan gaf het al aan: 'Do It Yourself'. Zo zet je als leerkracht vanuit kennis overdragen de stap naar samen leren. Het mooie daaraan is dat leerlingen en leerkrachten samen optrekken en de regie over het leren in eigen handen nemen. Dit jaar starten drie scholen vanuit NeXt met de 3Dkanjers Experience. Ook in Rivierland en de Achterhoek heeft het KWTG scholen financieel ondersteund bij het starten met de Experience.

Durf jij?

Wetenschap- en technologieonderwijs vraagt een andere houding van leer-

krachten. Loslaten, samenwerken met partners, durven experimenteren en zelf leren zijn essentieel om de noodzakelijke onderzoekende en ontwerpende houding bij kinderen te stimuleren. Het is van groot belang dat leerkrachten vanuit hun eigen nieuwsgierigheid vragen durven te stellen en plezier ontwikkelen in de zoektocht naar en het ontdekken en ervaren van antwoorden. Dit voelt misschien tegenstrijdig, zeker als je kijkt naar de wijze waarop vroeger werd geleerd te onderwijzen: de leerkracht wist wat goed was en stelde vragen waarop hij of zij het antwoord allang wist, met als doel zoveel mogelijk kennis over te dragen.

Durf jij het aan om de stap te maken naar een nieuwe manier van lesgeven, om leerlingen zo voor te bereiden op de uitdagingen die hen in de toekomst te wachten staan? Neem dan contact op met het KWTG. Je staat er namelijk niet alleen voor, wij helpen je graag op weg!

JACQUELINE GOEDHART

Projectleider KWTG
j.goedhart@kwatg.nl



VERWONDERING ALS BASIS VOOR HET ONDERWIJS



Met een open, nieuwsgierige blik kijken de kleuters in een van onze scholen naar de weegschaal die de ene keer wel en de andere keer niet in evenwicht is. De leerkracht speelt met hun verwondering en probeert ze op een eenvoudige manier bekend te maken met verschillende maten en gewichten. Daarna mogen de leerlingen op de houten weegschaal ook zelf proberen het evenwicht tussen verschillende voorwerpen te vinden.

Deze kleuters leren door te experimenteren. Tegenwoordig gebruiken we daarvoor vaak een veelomvattende term als ‘ontdekkend en onderzoekend leren’. Kinderen hebben een natuurlijke neiging op verkenning te gaan en uit te zoeken hoe de wereld in elkaar zit.

Met deze rekenles met de weegschaal – of misschien kunnen we het ook een les ‘wetenschap en techniek’ noemen – stimuleert de leraar de nieuwsgierigheid en de verwondering door de kinderen nieuwe dingen te laten ontdekken. Want met verwondering begint elk leren. Nieuwsgierigheid, verwondering en jezelf vragen stellen zijn het begin van denken, begrip, groei en uiteindelijk van innovatie.

En met innovatie komen we bij een woord dat tegenwoordig bij vrijwel iedere onderwijsorganisatie in de kernwaarden of visie staat. Scholen en

leerkrachten houden zich met enthousiasme en energie met allerlei innovaties bezig. De ontwikkelingen in techniek en veranderingen in de samenleving volgens elkaar steeds sneller op. We doen ons best om in te schatten wat in de toekomst belangrijk zal zijn en hoe de wereld van morgen eruit zal zien. Dat betekent dat de scholen de ontwikkelingen moeten volgen en zoeken naar mogelijkheden om nieuwe inzichten toe te passen. We leren kinderen de vaardigheden voor de 21e eeuw, waarbij het gaat om cognitieve, sociaal-emotionele en creatieve vaardigheden. En daarbij is de inzet van een 3D-printer, net als die houten weegschaal, een middel. Een middel om kinderen ontdekkend, onderzoekend én ontwerpend te laten leren. De verwondering bij de eerste kennismaking met een 3D-printer is voor veel kinderen net zo groot als voor die kleu-

ters die met de ouderwetse weegschaal in de weer zijn. Zie de verwondering in de ogen van de jonge leerlingen uit de onderbouw aan wie Remco Liefthing van 3Dkanjers een werkende 3D-printer laat zien. En het vooruitzicht dat ze, als ze in groep 7 of 8 zitten, zelf een 3D-printer mogen bouwen en er voorwerpen mee kunnen printen, weet ze nu al op te winden. Of zal de techniek van zo’n innovatief instrument tegen die tijd allang weer achterhaald zijn?



GEERT LOOYSCHOLDER

bestuurder Stip Openbaar Basisonderwijs
Hilversum





Het werken met een 3D-printer op de basisschool, zoals 3Dkanjers dit voor ogen heeft, is wellicht een van de beste lesmethodes, zo niet de beste die jonge kinderen kunnen krijgen. Een leuke bijkomstigheid is dat je als leerkracht geen tot zeer weinig nieuwe dingen tot je hoeft te nemen wanneer je er mee wil starten in je klas. Bovendien zijn er op elke basisschool wel ouders te vinden die iets kunnen en willen bijdragen vanuit hun professionele ICT achtergrond.

Maar het mooiste om te zien is wel de hoe kinderen tegenwoordig onbevangen met technologie omgaan. Zij doen het

TECHNOLOGIE OP DE BASISCHOOL

ZO'N 3D-PRINTER OP DE BASISCHOOL, IS DAT NOU WEL WAT?



gewoon, daar wij ouders en leerkrachten de handleiding eerst tot in de puntjes willen doornemen, lijkt het voor de kinderen vaak niet meer dan logisch en lukt het ze gewoon. Prachtig toch.

De leerkracht van nu is gewend om de controle te houden en om dan nu het onbekende te doen en de controle gedeeltelijk los te laten is echt wel een uitdaging die soms knaagt aan zijn of haar bekende werkwijze. Gelukkig kan hij of zij terugvallen op de ondersteuning van 3Dkanjers en de community van leerkrachten die hun ervaringen, voorbeelden en adviezen graag delen.

Waarom is het project van 3Dkanjers zo belangrijk voor onze jongeren?

Een 3D-printer is alleenstaand niet echt een bijzonderheid en kan zonder gekoppeld te zijn aan een computer niet echt iets. Maar de combinatie van ontwerpsoftware en de mogelijkheid het ontworpen object via de printer in 3D te produceren maakt het spectaculair.

Het biedt voor de toekomst ontzettend veel ontwikkelingsmogelijkheden voor zowel massaproducties als individuele unieke items. En gezien de snelheid waarmee de ontwikkelingen gaan waarschijnlijk ook nog tegen zeer aantrekkelijke kosten.

Een 3D-printer als onderdeel van een ICT oplossing met robots en internet maakt het mogelijk om een professioneel productieproces in zijn geheel te automatiseren nagenoeg zonder tussenkomst van menselijke arbeid, niet anders dan een goed opgeleide technicus die de apparatuur kan bedienen en corrigeren bij eventuele storingen. Voor de toekomst zouden deze productieprocessen die in het verleden naar de zogenaamde 'lage lonen landen' zijn verplaatst uit economisch oogpunt weer naar ons land kunnen worden teruggehaald. In dat geval is het wel belangrijk dat wij naast de nieuwe technologie ook de juiste menselijke kennis en kundigheid kunnen bieden om het proces draaiende te houden en te innoveren.

Wat zijn dan de vaardigheden die we voor de toekomst nodig hebben?

Wetenschap & Technologie (W&T) maakt nieuwsgierig en stimuleert kinderen om creatief, kritisch en ondernemend te zijn, op onderzoek uit te gaan en oplossingen te bedenken. Het stimuleert de denkers, doeners en durvers, eigenschappen die zelden in één persoon aanwezig zijn. Samenwerken is dus noodzakelijk en verborgen talenten



als creativiteit, innovatief denken en handigheid komen goed naar voren. Achterblijvers in de klas profileren zich soms ineens als de slimmeriken die het voortouw nemen.

Het bedenken, uitvoeren en het niet bang hoeven zijn om fouten te maken, is precies wat we de kinderen willen bijbrengen. Het eindproduct is nooit goed of fout. Het werkt of het werkt niet. Als het werkt kan het wellicht nog verbeterd worden. Als het niet werkt, dan gaan we terug om uit te zoeken waarom iets niet kan of werkt zoals we bedacht hebben. En we veranderen het tot het wel werkt. De dynamiek en de levendige discussies die hierbij ontstaan brengen het nodige elan in de les waardoor kinderen graag naar school gaan. Gelijktijdig ontwikkelen ze de eigenschappen die ze nodig

hebben om zich voor te bereiden op een succesvolle vervolgopleiding of/ en baan in de toekomst.

De toekomst die ons dwingt flexibel om te gaan met veranderende situaties die we tegen zullen komen en in een rap tempo ons leven kunnen en zullen veranderen.

TON KOSTER

ton.koster@hotmail.com

Promotor

Techniekpact Gooi & Vechtstreek

www.techniekmoetjeden.nl

Techniekcoach

TechniekTalent.nu

www.TechniekTalent.nu



De 3D-printer, een verrijking voor ons aanbod

De gevolgen van de aanschaf van een 3D-printer om de projectweek 'school van de toekomst' boeiender te maken...

De Prins Hendrikschool wilde door middel van een visietraject uitgangspunten uitzetten die centraal staan voor de wijze waarop onderwijs wordt gegeven de komende jaren. We leiden kinderen op voor beroepen die nog niet bestaan. Wat is er nodig voor onze kinderen om in de toekomst deel uit te kunnen maken van een steeds ontwikkelende samenleving? In dit traject werden kinderen én ouders uitgedaagd om mee te denken. Want een visie ontwikkelen doe je samen, volgens ons.

Het traject vond plaats in de maanden januari tot en met april 2016. Tijdens een studiedag, studie dagdelen en vergaderingen voor het team en tijdens een goed bezochte ouderavond, werden medewerkers en ouders uitgedaagd, te komen tot visieontwikkeling. Ook de kinderen is tijdens de projectweek 'school van de toekomst' gevraagd naar ingrediënten voor het toekomstig onderwijs.

Toen we samen de projectweek zijn gaan voorbereiden viel op dat collega's, hoewel de voorwaarden daartoe gecreëerd zijn, moeilijk loskomen van het hier en nu. Out of the box denken blijkt er niet ineens te zijn als je het wilt! Blij verrast was directeur Antoine Rossewij daarom met een mail in de late vrijdagavond na een studiedag, van leerkracht Marjolein Geltink. Ze was er nog eens even goed voor gaan zitten en al struinend over het internet stuitte ze op de inzet van een 3D-printer in het basisonderwijs en de aanschaf en mogelijkheid tot subsidie via het project 3Dkanjers.

Het bestuur, dat onderzoekend en vraaggericht werken voorstaat, werd bereid gevonden het project voor te financieren. Dankzij een anonieme gift van één van de ouders en door toekenning van een subsidie, zijn de kosten voor het bestuur uiteindelijk beperkt gebleven. Ruud Seuren, coach bij 3Dkanjers, heeft het team tijdens de intakeworkshop de werkwijze van 3Dkanjers uitgelegd. Tijdens de Kick-Off werd de printer geïntroduceerd bij onze enthousiaste bouwers, 12 leerlingen uit groep 5 t/m 8.

"Een printer bouwen in 2 weken is eigenlijk niet te doen. Neem de tijd, laat vooral de kinderen het werk doen, wees zelf begeleider tijdens het proces". Tips die Ruud ons vooraf meegaf. De kinderen dachten er anders over. Het zou hen lukken om de printer binnen twee weken af te krijgen. Eerlijkheidshalve moeten we wel zeggen dat we 9 hele dagen aan het project hebben gewerkt. Met behulp van 3 bouwouders en een leerkracht gingen de leerlingen van start. Wat een enthousiasme! Een enthousiasme dat in banen geleid moest worden: eerst nadenken, dan pas doen. Ook een leerschool voor de begeleiders: laat de kinderen maar eens tegen de lamp lopen. En hoe lossen we het nu op? Gelukkig was Ruud altijd stand-by als we er zelf echt niet uitkwamen! De laatste fase van de bouw is gedaan door de oudste leerlingen: een pittige klus waarbij de Engelse handleiding hard nodig was.

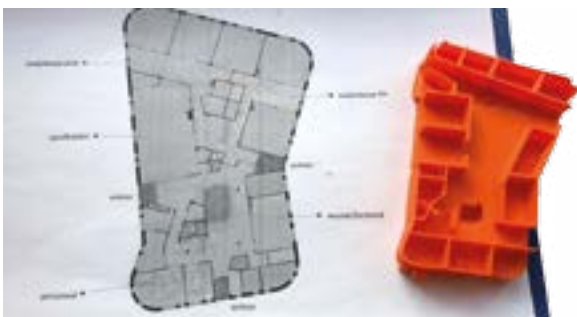




Fantastisch was het toen Marjolein, op de laatste dag van het project, een voicemailbericht ontving met het bericht: “Juf, de printer is klaaaaaaaar!” Het was ze gelukt en wat waren ze trots! De week erna kwam Ruud om de printer na te kijken. Er was nog wel wat werk te verrichten maar 2 weken later was de printer klaar voor gebruik.

Aan het werk!

De printer was aangeschaft om de projectweek boeiend en inspirerend te maken en natuurlijk moet de 3D-printer daarna een plek krijgen in ons structurele aanbod: Hoe doen we dat? De bouw van de printer was in april klaar. We wilden in ieder geval groep 8 nog de ervaring van ontwerpen en printen meegeven voordat ze van school gingen. Hun eigen ontworpen Vaderdag cadeaus kwamen uit de printer: sleutel-hangers, beeldjes en voetballogo's... een heel persoonlijk cadeau. Tim, één van onze groep 8-leerlingen werkte vorig jaar aan Sketch-up: Hij had de opdracht om onze nieuw te bouwen school te tekenen met dit programma. Met de tekeningen van de architect heeft Tim de school in 3D getekend. Toen we hoorden dat dit programma ook als ontwerpprogramma voor de printer te gebruiken was, was er nog één doel voor dat jaar: Zijn ontwerp uit de printer krijgen. Dat had nog wel wat voeten in de aarde. Maar zoals het eerder dat jaar ook bij de leerlingen was gebleken... Waar een wil is, is een weg! Met de hulp van Ruud en de community van 3Dkanjers is het gelukt. Op de dag vóór de afscheidsavond verscheen stukje bij beetje de school uit de printer. Wat een prachtig ontwerp had Tim ervan gemaakt!



Inzet van de printer sinds dit schooljaar

Op de website van 3Dkanjers achter het besloten gedeelte staan allerlei suggesties en lessen die ervoor zorgen dat de 3D-printer een uitdagende plek in ons aanbod gaat krijgen. Zo heeft 3Dkanjers een lessenserie ontwikkeld ‘onderzoeken, ontwerpen, ondernemen met de 3D-printer’. De lessen sluiten aan bij de didactiek van het onderzoekend en ontwerpend leren en de 21st century skills.

De printer maakt deel uit van de creatieve middag: kinderen leren ontwerpen op TinkerCad, passen bestaande ontwerpen aan en leren daarna zelf te ontwerpen naar aanleiding van een opdracht. Martijn, één van onze groep 8-leerlingen en hoofd 3D-printer, zorgt ervoor dat alle ontwerpen op de SD-kaart komen en dat deze geprint worden.

Daarnaast gebruiken we de printer als ondersteuning bij allerlei lessen en activiteiten. Dit jaar heeft groep 7 bijvoorbeeld een bruiloft voor hun meester en zijn vriendin georganiseerd. De trouwringen kwamen uit de printer.

Zonder er vooraf eerst uitvoerig over gesproken en nagedacht te hebben, zijn we in de trein gestapt. Want het past immers bij onze visie! Al werkend passen we het programma aan en vindt borging plaats. Zo moet het zijn bij uitdagend en inspirerend onderwijs! Ervaren wat wel en (nog) niet werkt.

MARJOLEIN GELTINK groepsleerkracht en **ANTOINE ROSSEWIJ** directeur

Beiden werkzaam op de Prins Hendrikschool, één van de drie Christelijke scholen in Lochem die deel uit maken van de Vereniging voor Christelijk Basisonderwijs Lochem-Laren.

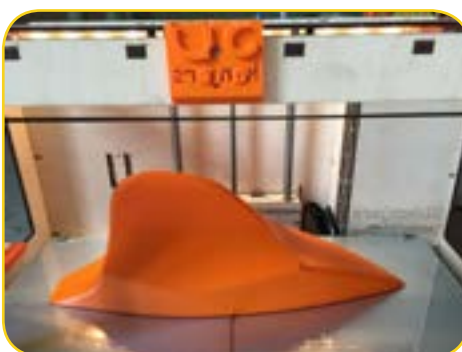
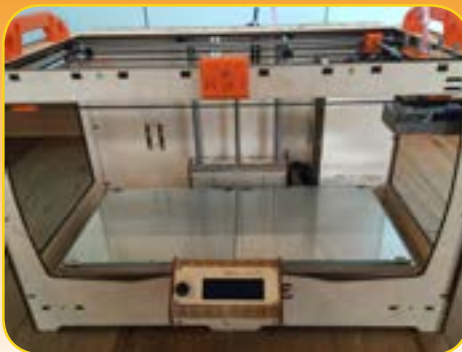


Speciaal voor de makers onder ons (Fablabbers, leraren, studenten en geeks).

Op het internet vind je tal van initiatieven rond de Ultimaker Original. Een grote groep enthousiastelingen hebben de 3D-printer al omgebouwd zodat het met vloeibaar materiaal (chocolade, klei, etc.) kan printen.

3D-printer fabrikanten gaan vaak de hoogte in, zodat grotere voorwerpen kunnen worden geprint. Maar wat als je breder wilt gaan? Vanuit het perspectief van een ontwerper of materiaalgebruik, kan dit zeker een behoefte zijn. Dus dat is wat wij hebben gedaan. We bouwen een Ultimaker Original + met een dubbele printbed (180 x 460). Een one-off.

Een super leuk en interessant project voor MBO-studenten die de werking van een 3D-printer echt willen leren kennen. De volledige beschrijving is te vinden op Youmagine.



Lesidee: ReMake je 3D-printer



Het idee van Jos en Remco.

De betrokkenheid van Ulbo.

Rabobank Gooi en Vechtstreek is een betrokken bank. Dat komt niet alleen tot uitdrukking in de circa 200 maatschappelijke projecten die we steunen, maar ook in de wijze waarop wij met onze klanten samenwerken. Zo helpen we ondernemende mensen elke dag weer hun plannen te verwezenlijken. We ondersteunen starters op allerlei manieren om een eigen bedrijf op te zetten. Bovendien doen we er alles aan om ondernemers verder te brengen, als dat in onze mogelijkheid ligt. Neem het vooruitstrevende idee van Jos Kok en Remco Liefthing, twee ondernemers die rondom 3D printing een lesprogramma voor basisscholen ontwikkeld hebben. Ulbo de Sitter van de Rabobank nam een aandeel in hun project. Zijn betrokkenheid zorgt ervoor dat basisscholen kennis kunnen maken met deze technologie. Zo zijn er samen met 3Dkanjers informatieavonden georganiseerd voor leerkrachten, vestigingsleiders en directeurs van basisscholen. Dit alles kunnen wij waarmaken omdat Rabobank Gooi en Vechtstreek wordt gevormd door betrokken professionals die denken in oplossingen.

Meer weten? Kijk op onze website of loop binnen bij een van onze kantoren.

www.rabobank.nl/gvs

Een aandeel in elkaar



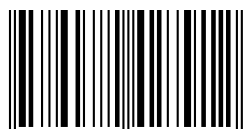
Rabobank



Help de wereld een handje – Enabling the Future

e-NABLE is een wereldwijd netwerk van vrijwilligers die met hun 3D-printers en designvaardigheden gratis 3D-geprinte handprothesen maken. Speciaal voor mensen uit achtergestelde bevolkingsgroepen over de hele wereld. Meer dan 1500 prothesen, met name voor kinderen, zijn sinds 2013 vervaardigd. Doe mee of ondersteun e-NABLE.

enablingthefuture.org



9 789082 427912 >

3Dkanjers
Talentontwikkeling door wetenschap en techniek

3dkanjers.nl
info@3dkanjers.nl