



waag society

institute for art, science and technology

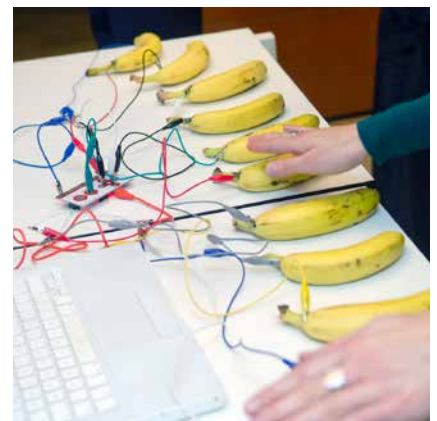
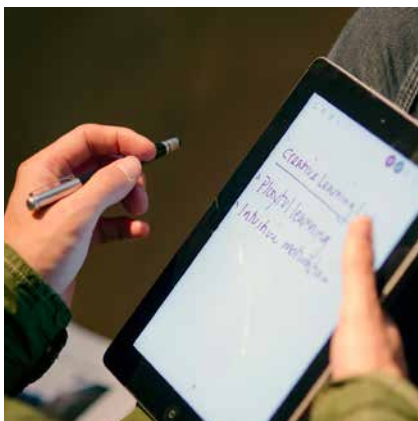


**FabSchool:
leren door te maken**

FabSchool.nl

Inhoud

The time is now!	3
Maken...	4
FabSchool in de praktijk	7
De maakcyclus	8
Begeleiding	10
Vaardigheden	11
Maker spaces	12
Uitvoering	13
Opdrachten	15
Instructables, machines en tools	16
Meer maken?	18
Boeken en links	23
Petitie 'Leren door te maken'	24



© 2014, Amsterdam

Waag Society
Gepubliceerd onder een Creative Commons
licentie Naamsvermelding-GelijkDelen 4.0

Waag Society, institute for art, science & technology develops creative technology for social innovation. The foundation researches, develops concepts, pilots and prototypes and acts as an intermediate between the arts, science and the media. Waag Society cooperates with cultural, public and private parties.

waag.org/contact
waag.org/organisatie
waag.org/creativelearninglab

The time is now!

'What I hear I forget, what I see I remember, what I do I understand.'

Met deze uitspraak gaf Confucius 2.500 jaar geleden weer wat we nu soms vergeten: we begrijpen de wereld beter als we er actief mee aan de slag gaan, als we doen en als we maken, beter dan als we er alleen over praten.

Maken is een trend. En maken is leuk. Maar meer nog dan leuk is maken voor veel mensen een fundamentele intrinsieke behoefte. In het maken ontmoeten we de wereld, krijgen we nieuwe ervaringen en leren we over wat werkt en wat niet. Maken leidt tot nieuwe inzichten en mogelijkheden. Maken spreekt handen, hoofd en hart aan en door te maken ontstaat een nieuwe vorm van kennisconstructie. Het in praktijk brengen van 'leren door te maken' biedt een schat aan kansen voor het onderwijs.

Rotslab is een jonge, bruisende maakplek met een uitgesproken buurtfunctie. Waag Society is initiatiefnemer van en huisvest het eerste Fablab van Nederland. Beide organisaties zijn zeer actief op het gebied van het onderzoeken en ontwikkelen van tools om het leren te verbeteren en te verrijken en hebben elkaar gevonden in de ontwikkeling en uitvoering van het programma FabSchool. We laten ons hierbij inspireren door onze peers in Nederland en de rest van de wereld - zoals John Dewey en Seymour Papert en meer recentelijk Sugata Mitra en Sylvia Libow Martinez van 'Invent to Learn'.

Sinds het eerste Fablab in Nederland in 2007 zijn er inmiddels meer dan 30 zogenaamde *maker spaces* in Nederland. Fablabs en andere maker spaces dragen bij aan de ontwikkeling van het creatieve potentieel van Nederland. Met hun werkwijze 'hoe je bijna alles kan maken' hebben zij iets te bieden - leren door te maken, de verbinding tussen creativiteit en technologie, maar ook het leren van vaardigheden als samenwerken en ondernemerschap.

De ontwikkelingen gaan momenteel razendsnel in Nederland. Maakplekken zelf richten hun aandacht en energie meer en meer op educatieve activiteiten, zoals als jaren gebeurt bij onder meer Protospace, Fablab Amersfoort en Maastricht.

Maar juist ook binnen het onderwijs vinden fantastische ontwikkelingen plaats, zoals FabKlas, dat ontstaan is bij De Populier in Den Haag en momenteel geadopteerd wordt door tal van scholen in Nederland.

FryskLab, de eerste samenwerking tussen een bibliotheek en een Fablab, timmert hard aan de weg. Daar wordt momenteel gewerkt aan een leerlijn digitale fabricage. En Kennisnet ontwikkelt een toolkit met concrete handvatten voor schoolleiders en docenten om leren door te maken te implementeren in het onderwijs.

Rotslab gaat de komende tijd samen met grafimediacollege X11 aan de slag met het vraagstuk rondom het beheer van



een maakplek binnen een school, Waag Society ontwikkelde recentelijk verschillende workshops biotechnologie voor jongeren, organiseert komend jaar op woensdagmiddagen een FabSchool Kids programma voor kinderen uit Amsterdam-Centrum en ontwikkelt samen met partners een format voor een FabSchool maakcursus voor docenten.

En samen ontwikkelden we de FabSchool.nl website om kennis te delen met iedereen die geïnteresseerd is in 'leren door te maken'.

Het zijn allemaal zeer belangrijke stappen in de goede richting. Tegelijkertijd is er nog veel te leren en te doen en is dit het moment de samenwerking uit te breiden, initiatieven te verduurzamen en om op te schalen. Daarvoor moeten we de handen ineen slaan en hebben we ondersteuning van beleid nodig.

Met het aanbieden van de petitie voor makersonderwijs aan de onderwijscommissie van de Tweede Kamer is een belangrijke eerste stap gezet (zie achterzijde).

Dit magazine staat in het teken van onze ideeën over en ervaringen met FabSchool, doe-het-zelf technologie, creativiteit en leren door te maken tot nu toe.

Wij wensen je veel lees-, en vooral maakplezier!

waag.org/fabschool
fabschool.nl

Maken...

Technologie heeft de maatschappij en de manier waarop we samenwerken en -leven veranderd. We zijn omgeven door mobiele telefoons, social media, slimme systemen en games. Nederland heeft een jonge generatie nodig met vaardigheden voor de 21ste eeuw. Vaardigheden als mediawijsheid, ICT geletterdheid, creativiteit, samenwerken, probleemoplossend vermogen en bewust burgerschap. Deze stellen kinderen en jongeren in staat een actieve rol in de samenleving te spelen, waardoor zij hun leefomgeving en hun maatschappelijke kansen verbeteren. Kinderen moeten technologie niet alleen kunnen 'lezen', maar ook 'schrijven'.

Jongeren groeien op in de 21ste eeuw - een wereld omgeven door technologie zoals mobiele telefoons, sociale media en games. Technologie is lifestyle en *commodity*, een vanzelfsprekendheid. Tegelijkertijd zien we technologie als iets dat moeilijk is, ondoorgrondelijk. Bovendien bepaalt de technologie hoe je haar gebruikt; met deze app doe je zus en met dit apparaat zo.

Mediatechnologie heeft een enorme aantrekkingskracht op jongeren. Waar de jaren negentig nog grotendeels in het teken van consumptie stonden, door bijvoorbeeld het spelen van (online) games en surfen naar informatie op het internet, vindt in de eerste jaren van de eenentwintigste eeuw een beweging plaats waarin jongeren niet alleen media consumeren maar ook gaan produceren. De middelen daarvoor worden steeds toegankelijker en meer betaalbaar. Jongeren maken massaal hun eigen filmpjes, websites en games. Door de komst van sociale media worden de zelfgemaakte media verspreid over de hele wereld.

MAKERSBEWEGING

De afgelopen jaren vindt een nieuwe beweging plaats waarin media en technologie opnieuw een belangrijke rol spelen: de makersbeweging (makers movement). Deze beweging is tot stand gekomen door het goedkoper en toegankelijker worden van de productietechnologie. Door open source middelen als 3D-printers, laser cutters en freemachines wordt het productieproces verplaatst van de fabriek naar de 'maker space' of het Fablab, waar digitale fabricage mogelijk is. Met digitale fabricage worden fysieke producten gemaakt. Dit is de volgende fase in de digitale revolutie. Mensen willen meer dan ooit hun eigen betekenis aan producten geven (personalisatie). En daardoor ontstaan ook nieuwe beroepen op het grensvlak van virtuele en fysieke realiteit: de ambachten van de 21ste eeuw.

MAKER SPACES

Er zijn tal van plekken in de wereld en in Nederland waar technologie, creativiteit en hand- en hoofdwerk

samenkomen. Het Fablab is zo'n maakplek. Het Fablab is vanuit het Massachusetts Institute for Technology (MIT) in Boston, USA ontwikkeld. In een Fablab kunnen mensen met behulp van digitaal aangestuurde machines hun ideeën realiseren in een prototype of product. Machines die je in een Fablab kan vinden zijn bijvoorbeeld een 3D-printer, lasersnijder, freemachine, vinylslijder en borduurmachine. Deze open, vrij toegankelijke faciliteit is bedoeld om mensen te stimuleren hun ideeën te vertalen in fysieke producten en om kennis en ontwerpen met elkaar te delen. De kracht van Fablab zit in haar interdisciplinaire natuur. Mensen en organisaties werken vanuit verschillende disciplines, expertises en vaardigheden samen aan projecten.

NIEUWE AMBACHTEN

Traditionele ambachten vertegenwoordigen in de huidige maatschappij vakmanschap in een specifiek vak en productie op maat. Ambacht is altijd geworteld geweest in het gebruik van een specifieke set gereedschappen en technieken die het ambacht definieert. Deze manier van definiëren van ambacht dekt niet meer de lading in het informatietijdperk.

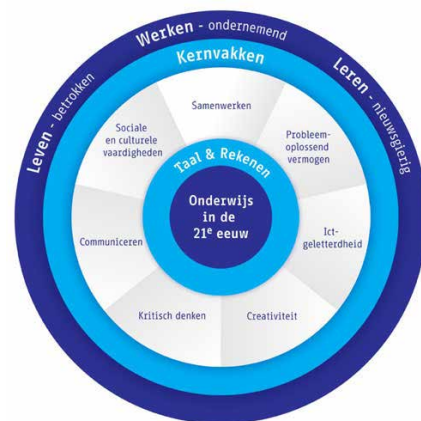
De opkomst van digitale fabricage en de crossdisciplinaire natuur van de hedendaagse praktijk maakt een nieuwe definitie van ambachten nodig: nieuwe ambachten. Binnen deze ambachten zijn vakkundige mensen werkzaam die begrijpen hoe verschillende digitale tools werken en deze creatief kunnen aanwenden bij het realiseren van producten, het concretiseren van ideeën en het oplossen van vraagstukken.

CREATIVITEIT

Jongeren van nu groeien op in een geheel nieuwe maatschappij, maar worden opgeleid in en naar oude maatstaven. Het recente rapport van de Wetenschappelijke Raad voor het Regeringsbeleid (WRR) 'Naar een lerende economie' constateert dat het onderwijs teveel trekjes heeft van een industriële aanpak: de school als leerfabriek. De uitdaging is echter het onderwijs te transformeren. Onderwijs

is geen disciplineringsoefening die jongeren geschikt maakt om te werken in bedrijven. In een kennis- en dienstensamenleving zijn differentiatie en creativiteit veel belangrijker; het leren zien van kansen. Innovatie is het vermogen om te zien hoe iets beter, sneller of goedkoper kan. Onderwijs moet 'competente rebellen' afleveren.

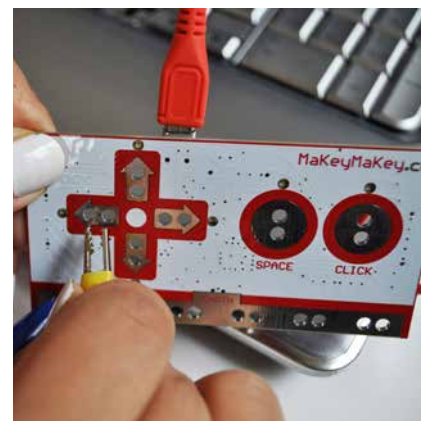
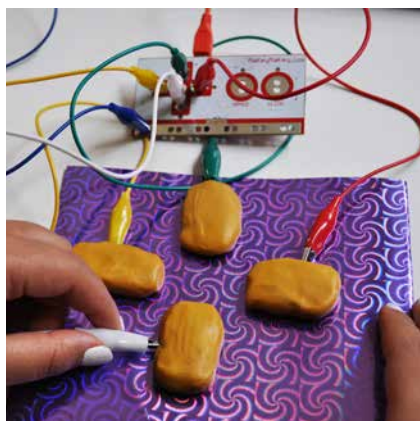
Creativiteit is het nieuwe statussymbool. Jongeren positioneren zich aan de hand van hun talenten, vaardigheden en creaties. Helden van nu onderscheiden zich niet door woorden maar door creaties. Wij veronderstellen dat iedereen kan creëren en iedereen een talent heeft. Wanneer de samenleving daarvoor de voorwaarden schept kunnen jongeren die talenten zo breed mogelijk ontdekken en ervaren, ontwikkelen en ontplooiën.



21 CENTURY SKILLS

Creativiteit is een belangrijke pijler van de zogenaamde 21st Century Skills (zie de afbeelding). Dit zijn vaardigheden, zoals samenwerken, ICT-geletterdheid en probleemoplossend vermogen, die kinderen nodig hebben om zich in een snel veranderende wereld te manifesteren. Pure kennis is minder belangrijk geworden.

Het huidige onderwijs is grotendeels ingericht op het idee dat je jongeren opleidt voor de wereld zoals we die kennen. De ontwikkelingen van de laatste decennia maken duidelijk dat dat



idee niet klopt: de wereld verandert snel en de realiteit van nu is een andere dan die van over 20, 10 of zelfs over 5 jaar. Een groot deel van de kinderen die nu op de basisschool zitten zal een beroep gaan uitoefenen dat nu nog niet bestaat.

MAKERSDIDACTIEK

De maakbaarheid van de samenleving was lange tijd het exclusieve domein van politiek en economie. Maken heeft in de huidige digitale wereld een belangrijke, nieuwe plek gekregen. Mede door het internet en andere technologische vernieuwingen nemen mensen zelf sneller het initiatief om bij te dragen aan en in te grijpen in de samenleving en zo vorm te geven aan hun eigen leefomgeving. Nieuwe maakprincipes zijn ontstaan, gebaseerd op openheid, sociale betrokkenheid en transparantie.

'If you can't open it, you don't own it'

Met deze, inmiddels gevleugelde, uitspraak gaf Makezine in 2006 in de vorm van een praktisch manifest, gericht op de maakindustrie aan dat mensen in staat willen zijn om aan hun producten te sleutelen en ze te kunnen repareren.

Maar deze uitspraak vertegenwoordigt ook een houding van makers ten aanzien van de wereld om hen heen. Het gaat erom dat we dingen, producten en processen moeten blijven openen om ze te kunnen begrijpen en om er verbinding mee en verantwoordelijkheid voor te kunnen voelen. In het maken ontmoeten we de wereld, krijgen we nieuwe ervaringen en leren we over wat werkt en wat niet. Maken leidt tot nieuwe kennis, inzichten en mogelijkheden. Er ontstaat

eigenaarschap en een besef, dat je zelf invloed kunt hebben op de wereld. Wanneer kinderen zelf vorm geven aan hun omgeving, neemt hun bewustzijn van het eigen handelingsperspectief toe (ondernemerschap) en daarmee hun eigenaarschap en verantwoordelijkheid ten aanzien van omgeving en leven.

CONSTRUCTIVISME EN CONSTRUCTIONISME

Constructivisme is een leertheorie die uitgaat van de opvatting dat leren start wanneer de lerende een storende discrepantie ervaart tussen zijn eigen wereldbeeld en dat van anderen. De lerende is dan geneigd om dit gebrek aan overeenstemming zo effectief mogelijk weg te willen nemen door de betekenis die hij zelf construeert voor zijn omgeving samen met anderen bewust te worden en te verkennen. Constructivisme suggereert dat kennis niet wordt zo maar wordt overgedragen of bezorgd aan de lerende, maar geconstrueerd wordt binnenin het hoofd van de leerling.

Constructionisme is de door Seymour Papert geïntroduceerde term geïnspireerd door het constructivisme die resoneert met de makers beweging. Hoewel het leren plaatsvindt binnen in het hoofd van de lerende, stelt constructivisme dat leren het meest effectief is wanneer de lerende bezig is met een betekenisvolle activiteit die buiten het hoofd plaatsvindt, zoals het actief maken van tastbare objecten in de echte wereld. Daardoor wordt leren echt en deelbaar.

Dit gaat voor Papert verder dan 'hands-on leren'. Het betekenisvolle deel binnen constructionisme erkent dat de kracht van maken iets is dat voortkomt vanuit een vraag of motivatie vanuit de lerende zelf en niet iets is dat van buitenaf opgelegd wordt.

NIEUWSGIERIGHEID EN VERWONDERING

Onderwijs heeft onder meer als doel kinderen en jongeren zich te laten oriënteren op zichzelf en de wereld. Leren begint bij nieuwsgierigheid. Nieuwsgierigheid is een, waarschijnlijk aangeboren, neiging om onderzoekend gedrag te vertonen, om de wereld te verkennen. Voor kinderen is het verkennen van hun omgeving een manier om te leren overleven (Fleer, 2007).

Verwondering treedt op wanneer een waarneming niet strookt met de verwachting. Zonder verwachting kan er wel sprake zijn van nieuwsgierigheid, maar niet van verwondering.

Nieuwsgierigheid en verwondering liggen aan de basis van intrinsieke motivatie om tot eigen vragen te komen en een onderzoekende houding aan te nemen. Je verbazen, geprikkeld worden om te ontdekken hoe iets werkt en verwonderd zijn wanneer een waarneming niet strookt met je verwachting. Dan heb je aandacht en is er een opening om te ontdekken, experimenteren en te leren.

LICHAMELIJKE EN ZINTUIGLIJKE ERVARINGEN

In de samenleving, en daarmee ook het onderwijs, ligt de nadruk op kennisontwikkeling door je hoofd te gebruiken en op onderwijs door middel van het gebruik van schermen. Maar denken en leren doen we niet alleen met ons brein en met onze ogen, maar met ons hele lichaam en door het gebruik van alle zintuigen. Wanneer we leren, zijn het lichaam en zintuiglijke ervaringen belangrijke elementen. Maar het lichaam en de zintuigen worden in het voortgezet onderwijs niet of nauwelijks aangesproken en betrokken bij het leren.

Fundamentele manieren om de wereld te begrijpen komen voort uit lichamelijke ervaringen met evenwicht, hard en zacht,

vast en vloeibaar, licht en donker, stil en luid, ver weg en dichtbij, warm en koud, beweging en stilstand, links en rechts versus boven en onder, eerder en later, zoet en zuur, en vele andere dimensies. Wij leren via onze waarnemingen en ervaringen om de werkelijkheid buiten ons in ons hoofd te representeren (Merleau-Ponty, 1945). En dat doen we verrassend goed! Door de vorderingen in de waarnemingspsychologie en het hersenonderzoek begrijpen we ook steeds beter hoe we dit precies doen (Jolles, 2010; Wolfe, Kluender, & Levi, 2009; Carter, 2010). Mededelingen, zoals 'dit is heet', verwerken onze hersenen op een andere manier dan de zintuiglijke ervaring van iets dat heet is. De combinatie van ervaring en benoeming maakt de neurale netwerken krachtiger, dat wil zeggen: dit versterkt het leereffect.

SAMENWERKEND PROBLEMEN OPLOSSEN

Samenwerken en het vermogen om problemen op te lossen worden steeds belangrijker omdat in de netwerksamenleving alles met elkaar verbonden is. Er zijn ook steeds meer digitale middelen om ook op afstand met elkaar samen te werken. Maar ook denken en doen zijn steeds meer met elkaar verweven.

Om die reden is het steeds belangrijker om in staat te zijn verschillende rollen en talenten in de groep te (h)erkennen, gezamenlijk doelen te behalen, elkaar te kunnen inspireren, hulp te kunnen vragen en ontvangen, gezamenlijk verantwoordelijkheid te nemen, een positieve en open houding te hebben en flexibel te zijn.

(H)erkennen dat problemen bestaan en gezamenlijk tot een plan van actie komen om deze problemen op te lossen, vraagt dat jongeren in staat zijn te analyseren, nieuwe oplossingsstrategieën te genereren en selecteren, out of the box kunnen denken, doorzettingsvermogen hebben en in staat zijn te evalueren en te reflecteren.

Leeromgevingen moeten prettig en functioneel samenwerken faciliteren en voorwaarden creëren voor het effectief op kunnen lossen van problemen.

CREATIE

Creëren, zelf kunnen ontwerpen en maken, is een de meest complexe menselijke denkvaardigheid.

Voordat we iets kunnen begrijpen moeten we het ons kunnen herinneren, of in ieder geval weten waar we informatie vandaan moeten halen. Voordat we informatie kunnen

toepassen moeten we het wel eerst begrijpen. En voordat we iets kunnen creëren, moeten we die informatie kunnen toepassen, analyseren en evalueren. We kunnen iets dus begrijpen op verschillende niveaus; denkvaardigheden zijn geordend in een opklimmende moeilijkheidsgraad. Creatie, communicatie en samenwerking worden steeds belangrijker.

Creëren – om de wereld beter te begrijpen.

We begrijpen de wereld beter als we er actief mee aan de slag gaan, niet als we er alleen over praten. In het creëren ontmoeten we de wereld, krijgen we nieuwe ervaringen en leren we over wat werkt en wat niet. Maken leidt tot nieuwe kennis, inzichten en mogelijkheden.

Creëren – het nieuwe maken in de 21ste eeuw.

Creëren heeft in de huidige digitale wereld een belangrijke, nieuwe plek gekregen. Door internet zijn nieuwe maakprincipes ontstaan, gebaseerd op openheid, sociale betrokkenheid en transparantie. Nieuwe beroepen ontstaan op het grensvlak van virtuele en fysieke realiteit: de ambachten van de 21ste eeuw. Met digitale technieken worden fysieke producten gemaakt. Dit is de volgende fase in de digitale revolutie. Mensen willen meer dan ooit hun eigen betekenis aan producten geven (personalisatie).

Creëren – zelf vorm geven aan je omgeving.

De maakbaarheid van de samenleving was lange tijd het exclusieve domein van politiek en economie. Mede door internet nemen mensen zelf sneller het initiatief om bij te dragen aan en in te grijpen in de samenleving. Ook op het niveau van de stad is maakbaarheid een begrip waartoe we ons opnieuw moeten verhouden: welke rol nemen burgers, leerlingen, ondernemers, kunstenaars? Wanneer mensen zelf vorm geven aan (oplossingen voor) hun omgeving, neemt hun bewustzijn van het eigen handelingsperspectief toe (ondernemerschap) en daarmee het gevoel van eigenaarschap en verantwoordelijkheid ten aanzien van hun omgeving en eigen leven.



FabSchool in de praktijk

FabSchool is een programma gericht op leren door te maken, op creativiteit, (samen)werken met techniek en op ondernemerschap. Ze richt zich niet alleen op creatieve, ondernemende en technische talenten, maar ook op latenten. In FabSchool ontdekken jongeren via creatieve maakprocessen hun talenten en worden zij ondersteund in het verder ontwikkelen daarvan. Latent wordt talent.

FabSchool is een methode, een visie, en geeft aanleiding voor de invulling van diverse lessenseries en/of workshops. FabSchool gaat uit van een reële vraag, eventueel gekoppeld aan een maatschappelijk thema, waardoor context ontstaat en jongeren niet leren om te leren, maar betekenisvol leren. Door de echte, reële en praktische opdracht, waarin maken centraal staat en ruimte is voor eigen idee en invulling, biedt FabSchool jongeren de mogelijkheid iets voor een ander te doen en te betekenen en geeft ze handelingsperspectief. Het ontwikkelt daarmee gevoel van verantwoordelijkheid voor het eigen leven en de leefomgeving van jongeren, waardoor ze hun plek in de maatschappij kunnen vinden en mede kunnen bepalen.

Met de methode FabSchool kunnen jongeren inzicht krijgen in hun eigen mogelijkheden om ogenschijnlijk grote problemen aan te pakken. Ze gaan problemen zien vanuit een sociaal, creatief, economisch en technisch perspectief. Ze vormen deze problemen om tot maakbare ideeën.

Ook leren jongeren begrijpen hoe technologie in elkaar zit, welke processen daar achter zitten en welke mogelijkheden technologie hen geeft om die processen te begrijpen en te beheersen. Met deze kennis worden ze in staat gesteld om ideeën daadwerkelijk te realiseren, inclusief het in de markt zetten daarvan. En omgekeerd krijgen ze door het tastbaar maken nieuwe input voor hun ideeën. Dit laatste is een waardevolle stap: doen en maken bieden andere leerervaringen, ook over de maakbaarheid van de wereld.

Het succes van 'leren door te maken' berust zich op twee principes:

- Jongeren moeten hun eigen kennis kunnen construeren;
- Jongeren maken iets dat ze kunnen delen met anderen.

Maar het succes van 'leren door te maken' hangt ook af van de passende technologie die gekozen wordt. Digitale technologie kan een idee of een concept tot leven brengen. Jongeren kunnen alles bouwen wat ze bedenken en dit delen, bediscussiëren, erop reflecteren en leren over hun eigen creaties.

Een aantal van onze eigen ervaringen uit de praktijk willen we graag delen. Daarin vind je hier en daar ook verwijzingen naar projecten van onze collega's.

Principes van FabSchool

Wij benaderen FabSchool vanuit deze vier principes:

1

Leren door te maken

Door zelf de maakprocessen te doorlopen, leren deelnemers hoe 'dingen' en 'systemen' in elkaar zitten. Iedereen werkt vanuit een eigen motivatie om iets te willen maken/weten/bereiken.

2

Multidisciplinair werken

Elke deelnemer ontdekt en ontwikkelt zijn eigen talent en werkt vanuit een andere discipline, waardoor recht wordt gedaan aan onderlinge verschillen. Deelnemers maken kennis met andermans vaardigheden en worden gestimuleerd om deze ook te ontdekken en eventueel te ontwikkelen.

3

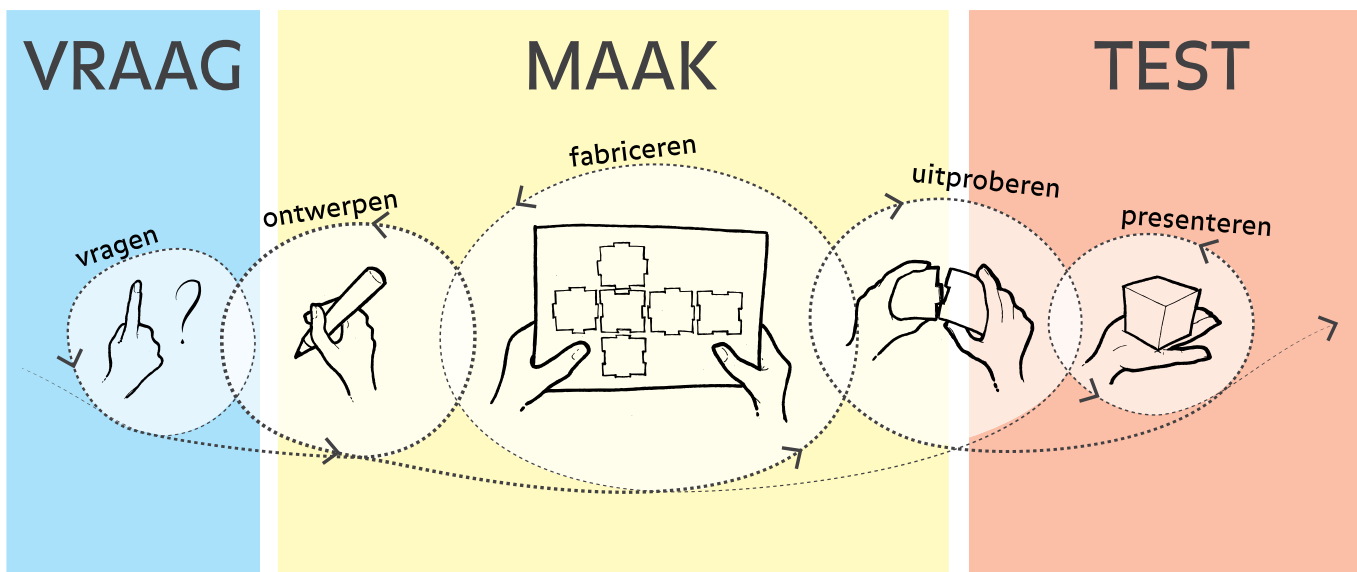
Open/delen

Deelnemers documenteren hun werk en delen het met elkaar. Vervolgens bouwen ze voort op elkaars ideeën. Open en delen zijn belangrijke bouwstenen voor het ondernemerschap van de toekomst.

4

Betekenisvol leren

Door het leren te koppelen aan een maatschappelijk thema of extern opdrachtgever (bedrijf, maatschappelijke organisatie, individu) krijgt het leren een context. Deelnemers leren niet om te leren, maar leren met betekenis.



De maakcyclus

FabSchool kan op veel verschillende manieren ingevuld en uitgevoerd worden. Zoals hieronder uiteengezet wordt, is de houding van begeleiders en leerlingen, en de manier waarop ze samenwerken, minstens zo belangrijk als wat ze precies maken of welke machines ze gebruiken. Samen doorlopen ze een ontwerp- en maakproces, waarbij verschillende uitkomsten mogelijk zijn en het eindresultaat niet 'goed' of 'fout' kan zijn. Door samen te onderzoeken, te doen, te falen en opnieuw te proberen wordt je wijzer. Het is een gezamenlijke zoektocht waarin ruimte is voor spontane ontdekkingen.

Het FabSchool-proces bestaat uit een aantal stappen. Door deze te doorlopen doe je vaardigheden op. Na elke stap kijk je of je klaar bent voor de volgende stap, en zo niet dan ga je een stap terug en probeer je het opnieuw. Met korte iteraties kun je spelenderwijs ontdekken hoe een ontwerp er uit zal zien. Door aan het eind van elke stap te reflecteren wordt je bewust van wat je geleerd hebt en wat je verder nog wilt leren.

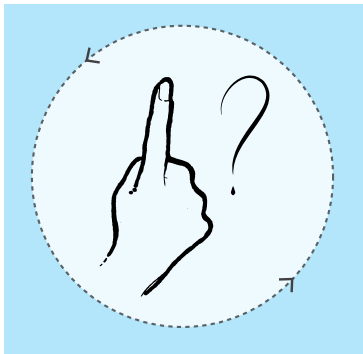
Maak, vraag, test

Grofweg is het proces in drie fases op te delen. We noemen dit 'tinkering': vraag, maak, test. Het begint altijd met een vraag, of een probleem dat de leerlingen samen gaan oplossen. Vervolgens maak je een prototype, waarmee je de vraag, of een mogelijke oplossing kan onderzoeken. Daarna test je het prototype om te kijken of dit een antwoord geeft op je vraag, of een geschikte oplossing is voor je probleem. Vaak roepen de uitkomsten weer nieuwe vragen op waarmee je het ontwerpproces weer van voor af aan kan beginnen.

Vragen, ontwerpen, fabriceren, uitproberen, presenteren

Binnen het 'vraag, maak, test'-kader zijn er vijf stappen die je doorloopt om tot een prototype te komen. In elke stap komen andere vaardigheden aan bod, en elke stap kun je zo vaak doorlopen als nodig is.





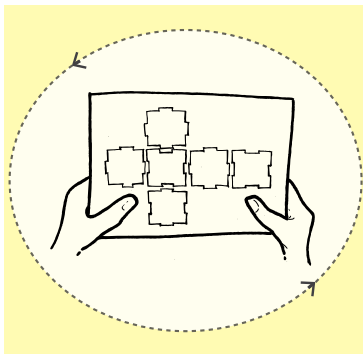
De vraag bevragen

De eerste stap is het onderzoeken van de vraag. Vaak schuilt er een vraag achter de vraag. Leerlingen en docenten de bespreken de vraag, en zoeken waar nodig meer informatie. Vervolgens (her)formuleren ze een eigen ontwerp vraag, die begint met: 'Hoe kun je...?'



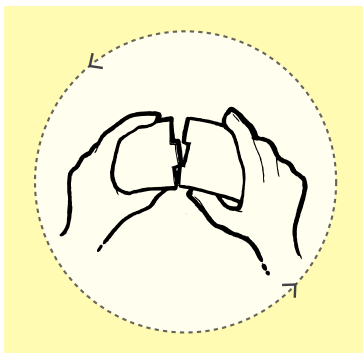
Een oplossing schetsen

De 'Hoe kun je...?' vraag vormt het uitgangspunt voor de ontwerp fase. Bij de meeste leerlingen beginnen al wat ideeën te borrelen. Anderen zullen eerst wat inspiratie zoeken op internet, of een rondje lopen door het lab, of met de anderen te praten over oplossingen. De leerlingen worden aangemoedigd om zo snel mogelijk 'iets' te gaan maken met hun handen, ook al weten ze nog niet precies wat de ontwerp oplossing wordt. Door te maken breng je het creatieve deel van de hersenen in actie. Het kan beginnen met een tekening, of met stukjes hout, of klei, of wat er maar voorhanden is.



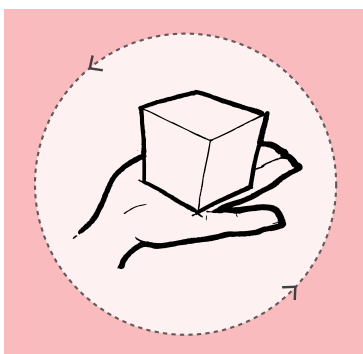
Een idee tastbaar maken

Als het idee iets meer vorm krijgt kun je iets gaan fabriceren. Daarvoor moet je een digitale ontwerptekening maken, kiezen met welke machine je het wilt produceren en leren hoe de machine werkt. Vaak maak je eerst een prototype van papier of karton, en daarna pas je eindproduct in mooi materiaal. In FabSchool ligt de nadruk op deze fase; het maken.



Het prototype uitproberen

Steeds wanneer je iets gemaakt hebt test je of het werkt. Daar leer je van. Het helpt ook om eerst sub-onderdelen te maken en te testen, en daarna het geheel in elkaar zetten. Wanneer iets niet blijkt te werken ga je van de test-stap weer terug naar de ontwerp-stap en maak je het ontwerp beter.



Het prototype presenteren en evalueren

In FabSchool maak je iets om te onderzoeken. Dus de laatste stap is het testen van het ontwerp. Eerst doe je zelf testjes om te kijken of je prototype werkt. Wanneer je tevreden bent met je resultaat laat je het aan anderen zien. Je kunt veel leren van de reacties van medeleerlingen, docenten of ouders. Die feedback kan je op nieuwe ideeën brengen, en daarmee kun je het ontwerp proces opnieuw beginnen.

Begeleiding

'The role of the teacher is to create the conditions for invention rather than provide ready-made knowledge.'
– Seymour Papert

Leren door te maken begeleiden vergt een andere stijl, een nieuwe mindset en houding. Seymour Paperts constructionisme verschilt wezenlijk van het meer klassieke instructionisme, ofwel directe instructie. Het gaat om het creëren van ervaringen voor leerlingen die recht doen aan hun bestaande kennis en de potentie hebben de leerling een 'aha' moment te bezorgen. Dat betekent het verbinden van associaties en ervaringen, meebewegen en het soms zelf ook niet weten en samen met de leerling het onderzoek aangaan.

Leren door de maken en FabSchool begeleiden vraagt een coachende houding. Een coach motiveert, daagt uit, stimuleert observeert en helpt leerlingen in hun leren en ontwikkeling. In het onderwijs of een maker space waar aandacht en ruimte is voor de ontwikkeling van 21st century skills, zal de begeleider minder tijd besteden aan centrale kennisoverdracht en directe instructie en krijgt hij / zij meer een coachende functie.

Een grote uitdaging is het balanceren tussen de vrijheid die de leerlingen krijgen om onderzoekend te leren, en zelf het einddoel te bepalen en te beoordelen en curriculaire doelstellingen.

Voor meer inspiratie over het begeleiden van leren door te maken: Seymour Paperts 'Eight big ideas behind the Constructionist Learning Lab'.

Waag Society ontwikkelt een cursus leren door te maken voor docenten.



Leefwereld van jongeren

FabSchool en leren door te maken als methodiek is toepasbaar voor alle leeftijden. Wij hebben ons de afgelopen tijd voornamelijk op adolescenten gericht. Er zijn enorme verschillen tussen de leerlingen en hun interesses en manier van communiceren. Daarnaast heb je te maken met een diversiteit aan interesse en motivatie. Maar er zijn ook een aantal elementen die de jongeren gemeenschappelijk hebben. Het kan handig zijn daar rekening meer te houden bij het werken met deze doelgroep;

Communiceren:

De leerlingen zijn gewend om te communiceren. De meeste leerlingen praten veel met hun ouders en vaak op een gelijkwaardig niveau. Dit zorgt er voor dat ze soms vergeten waar de grenzen van de communicatie liggen. Het is belangrijk om hier duidelijkheid over te scheppen. Er zijn namelijk grenzen. Communiceren is een belangrijke vaardigheid, zeker in het samenwerken. Door de juiste vragen te stellen kunnen er verrassende resultaten ontstaan.

Op zoek naar hun eigen identiteit:

De leerlingen zijn in hun dagelijks leven constant bezig zichzelf te profileren. Ook tijdens het maken van opdrachten zullen ze proberen hun persoonlijkheid een plek te geven in hun uitwerking. Het is belangrijk ze hier de ruimte voor te geven, het verhoogt namelijk de motivatie. Zorg wel altijd dat het een weloverwogen keuze is om hun eigen element er aan te voegen. Het moet aansluiten bij het ontwerp en meerwaarde creëren.

Vreemde ogen dwingen:

De docent heeft kennis en dat weet de leerling. De manier waarop je het overbrengt bepaalt of deze kennis ook geaccepteerd wordt. Over het algemeen zijn de lessen buitenschool succesvol omdat er andere begeleiders en regels zijn. Het eisenpakket is ook anders. Wanneer de leerlingen een kans krijgen zichzelf te laten zien dan kiezen ze veelal ervoor zichzelf van een goede kant te tonen.

Creatief, vindingrijk en idealistischer:

De hersenen van jongeren zijn nog in ontwikkeling. Hun gedachtegang wordt steeds efficiënter en ze kunnen dingen gemakkelijker aan als ze het hebben geoefend. Gelukkig is het gedeelte in hersenen dat voor creativiteit en vindingrijkheid zorgt het laatste dat zichzelf vastlegt in een bepaalde manier van denken. Dus ze kunnen ze nog volop gebruik maken van deze flexibiliteit.

Uitdaging en spanning:

Jongeren hebben over het algemeen behoefte aan opwinding, mede veroorzaakt door een grote dosis aan energie. Experimenteren, uitdagen in allerlei vormen en op allerlei gebieden nodigt hen uit tot het leren kennen van de eigen grenzen.

Mening van vrienden:

Jongeren hebben sterk de neiging ergens 'bij te willen horen' (bij de leeftijdsgenoten). Buitengesloten worden wordt als ingrijpend ervaren. Menige jongere is dan ook bereid offers te brengen om favoriet te zijn. Kleding en uiterlijk zijn daarbij belangrijke criteria. Het is daarom goed om bij de vorming van groepjes rekening te houden met dat niemand zich buitengesloten voelt.

Verschillen tussen jongeren

Het Nederlandse onderwijs kent drie niveaus. VMBO, Havo en VWO. Leren door te maken en FabSchool kan op elk niveau toegepast worden, maar er zijn wel verschillen tussen leerlingen, en het is goed om hier in de vormgeving van de lessen en de manier waarop je communiceert met de leerlingen rekening te houden.

Profiel VMBO-leerling

Deze leerlingen zijn vooral doeners. De instructies moeten niet al te lang zijn, maar die zijn wel belangrijk want ze zijn daar van afhankelijk. Instructie moet kort en helder zijn. Het is belangrijk dat de praktijk de instructies snel opvolgt. Onderwijs en ondersteuning moeten gericht op kort-cyclisch leren. De leerling moet ondersteund worden in het plannen van zijn werk.

Profiel HAVO-leerling

Deze leerling is over het algemeen intelligent, creatief actief en sociaal. Ze zijn gericht op de korte termijn en ze hebben moeite om iets in een groter geheel te zien. Ze zijn pragmatisch

en kiezen doorgaans voor de gemakkelijkste weg. Ze zetten alleen een extra stap als er een punt te behalen is. Ze hebben doorgaans een korte concentratie boog. En hebben last van uitstelgedrag. Planning is niet hun sterkste kant. Ze moeten het echt interessant vinden. Voor Havo-leerlingen moet een opdracht spannend zijn om gemotiveerd te raken, Havo-leerlingen worden vaak pas gemotiveerd als ze ergens 'midden in' zitten.

Profiel VWO-leerling

De VWO-leerling is de denker onder deze groepen jongeren. Ze weten heel goed waarom ze op school zitten en zijn gemotiveerd om te leren. Naast de basisles van FabSchool zullen deze groep leerlingen behoefte hebben in een verdieping van de theoretische stof omdat ze hier zich meer tot aangetrokken voelen dan de praktische kant. Deze leerling kan je meer hun vrijheid geven in het structuren van hun opdracht, zij kunnen een opdracht met minder kaders, qua planning en wat er opgeleverd moet worden beter aan.



Vaardigheden

Door met leren door te maken aan de slag te gaan, werken jongeren aan tal van verschillende vaardigheden, 21st century skills, zowel op sociaal, technisch en creatief vlak, als op het gevoed van ondernemerschap.

SOCIAAL	TECHNISCH	CREATIEF	ONDERNEMERSCHAP
Samenwerken	2D-tekenen	Tinkering	Prijsbepaling
Multidisciplinair	3D-modelleren	Design thinking	Marketing & Communicatie
Peer2peer learning	Programmeren	Interactie ontwerpen	Omgaan met geld
Open en delen	Elektronica	Grafisch ontwerpen	Pro-activiteit
	Robotica	Esthetiek	

Het klinkt misschien als een open deur, maar het is het echt leren van deze vaardigheden gaat niet vanzelf. Het is van belang alle stappen en vaardigheden bewust te ondersteunen tijdens maakprojecten door er bijvoorbeeld specifieke werkvormen of interventies voor aan te bieden.

Het gevaar van een te hoog ambitieniveau en te veel tegelijk willen bereiken ligt op de loer. Focus niet op te veel (nieuwe) vaardigheden tegelijk, maar ga stap-voor-stap te werk, maak aandachtspunten expliciet en dan komt de bijvangst vanzelf.

Een volledige uitgewerkte FabSchool lessenserie, waarin verschillende vaardigheden per les worden benoemd is te downloaden via de website van Rotslab (rotslab.nl).

Maker spaces

“Net zoals je een gymnastieklokaal hebt om sport en spel vaardigheden te leren en je talent te ontdekken, heb je een fysieke plek nodig om creatieve maakprocessen te stimuleren en te faciliteren”, aldus Paulo Blikstein, Stanford University en Fablab@School.

De omgeving waar jongeren leren speelt een belangrijke rol in hun ontwikkeling. Nieuwe onderwijsomgevingen zouden meer rekening moeten houden met de interactie tussen leren, het lichaam en de ruimte. De leeromgeving van de toekomst zou jongeren moeten uitdagen om te onderzoeken, te creëren en te ondernemen.

Jongeren voelen zich thuis in de werkomgeving van Fablab. De prettige chaos, de zichtbare fysieke en tastbare gereedschappen, machines en concrete voorbeelden en het palet aan makers vanuit verschillende disciplines, inspireren. Doordat ideeën snel vorm krijgen, is het werken in een Fablab erg concreet. Het fysiek bezig zijn en de tastbare resultaten stimuleren en prikkelen jongeren op een andere manier dan alleen cognitief.

De potentie van deze maker spaces, zoals het Fablab, voor het onderwijs wordt meer en meer erkend. Wel rijst vraag steeds opnieuw of Fablab faciliteiten integraal onderdeel van de school van de toekomst moeten uitmaken. De praktijk wijst uit dat eigenaarschap essentieel is voor de inbedding van Fablab-infrastructuur in de scholen. Docenten moeten zich het Fablab eigen maken en een visie vormen op de rol van Fablab in hun lesaanbod. Daarnaast is het van groot belang leerlingen mede verantwoordelijk te maken voor de ruimte en de machines en andere tools.

Rotslab gaat de komende tijd aan de slag met verschillende vraagstukken rondom het beheer van maker spaces binnen de muren van een school.



Uitvoering

Om een indruk te krijgen hoe in verschillende contexten met FabSchool en leren door te maken aan de slag gegaan kan worden, schetsen we in dit deel een paar mogelijke situaties waar wij ervaring mee op hebben gedaan en de invulling daarvan.



Binnen curriculum van school

Setting: Een VMBO school voor grafimedia wil een FabSchool programma aanbieden om vaardigheden in 3D-ontwerpen en ondernemerschap bij leerlingen te ontwikkelen. De lessen moeten gegeven worden binnen het bestaande rooster en programma, en leerlingen zijn verplicht deel te nemen aan de lessen.

Doelgroep: De leerlingen zijn tweedejaars VMBO basis, en hebben ervaring met digitaal ontwerpen.

Aantal leerlingen: 24

Beschikbare periode: 8 - 10 weken (2 uur per week contactles)

Begeleiding: Eigen docent, ondersteuning van 1 medewerker maker space.

Binnen deze context is het praktisch om een echt lesprogramma vooraf vorm te geven dat past binnen de gestelde periode, maar dat open genoeg is om - met een andere focus - her te gebruiken voor een ander jaargang. Wanneer je werkt binnen een curriculum van een school dat zijn er ook meteen leerdoelen die behaald dienen te worden. Door een lesprogramma van te voren samen te stellen kun je die leerdoelen verwerken en toetsen.

In de deze opzet van het lesprogramma krijgen de leerlingen een vraagstuk uit de praktijk voorgelegd waarover zij in groepjes een oplossing/idee voor mogen bedenken en uitwerken. De leerlingen vormen eerst samen een groepje waarmee ze een (fictief) bedrijfje vormen. De eerste paar lessen zijn gericht op het vormgeven van dit bedrijfje en het in kaart brengen van de vaardigheden die het team samen vertegenwoordigen. De lessen volgen vervolgens het stap voor stap creatieve proces, zoals hierboven beschreven. Door deze volgorde aan te houden volgen de deelnemers een creatief proces zoals deze ook in de beroepspraktijk gevolgd zou worden.

De opbouw van elke lessenserie blijft hetzelfde, het thema kan wisselen. In het lesmateriaal zijn opdrachtvellen opgenomen

die de leerlingen ondersteunen bij het doorlopen van het proces en bewust stil staan bij elke fase. De opdrachtvellen hebben als extra functie dat het de leerling dwingt zijn proces vast te leggen. Zodat hier op later moment nog op gereflecteerd kan worden.

De leerlingen moeten:

- In staat zijn te komen tot vernieuwende ideeën die leiden tot een concreet ontwerp en gerealiseerd product.
- Kunnen nadenken over praktische toepasbaarheid en functie van hun ontwerp.
- In staat zijn samen te werken en een taakverdeling binnen de groep te maken waarbij ieders sterke kanten benut zijn.
- In staat zijn de beschikbare technische hulpmiddelen in te zetten voor realisatie voor hun eindproduct.
- Kunnen aangeven waarom de techniek belangrijk geweest is voor de realisatie en of het misschien op een andere manier gerealiseerd had kunnen worden?
- De principes van Fablab en Open Design begrijpen en kunnen toepassen.

De uitgewerkte lessenreeks is te downloaden via de website van Rotslab (rotslab.nl).



Buiten curriculum van school - werving binnen school / uitvoering in Fablab

Setting: Een openbare scholengemeenschap, dat niveau VMBO tot VWO aanbiedt, heeft een buitenschools programma waarin diverse activiteiten aangeboden worden. FabSchool wordt aangeboden in het kader van ontwikkeling van creativiteit, technische vaardigheden en ontwerpen. Leerlingen schrijven zich vrijwillig in voor de lessen.

Doelgroep: De leeftijd van de leerlingen kan variëren van 11 - 17 jaar, en ook het leerniveau kan uiteenlopen van VMBO basis tot VWO. De voorkennis van de leerlingen is onbekend, maar er kan uit gegaan worden van voldoende interesse en motivatie voor techniek en design.

Aantal leerlingen: max. 15

Beschikbare periode: 8 - 10 weken (2 uur per week contactles)

Begeleiding: 2 FabSchool docenten, ondersteuning van 1 of 2 docenten school



FabSchool Kids - werving buiten school / uitvoering in maker space

Setting: Met FabSchool kids worden Fablabs en makerspaces toegankelijk kinderen. De deuren van de maker space gaan open voor korte workshops waar kinderen en jongeren zich op kunnen inschrijven. Creativiteit en kennismaken met techniek, oftewel knutselen met techniek, staan centraal.

Doelgroep: De leeftijd van de leerlingen kan variëren van 8 - 12 jaar. De (motorische en technische) vaardigheden kunnen per kind verschillen. De voorkennis van de leerlingen is onbekend, maar er kan uit gegaan worden van voldoende interesse en motivatie voor techniek. Mogelijk schuiven ouders bij de workshop aan, ter ondersteuning.

Aantal leerlingen: max. 10

Beschikbare periode: 1 middag (2 - 4 uur)

Begeleiding: 2 FabSchool docenten / begeleiders maker spaces, mogelijk ondersteuning van ouders bij eigen kind

Waag Society heeft afgelopen jaren op woensdagmiddagen verschillende workshops gegeven in het Fablab Amsterdam waarin de focus lag op kennismaken met programmeren, robotica en digitale fabricage. We richten ons tijdens de workshops vooral op plezier in en kennismaken met technologie en het creatieve gebruik daarvan. Kinderen nemen aan het einde van de middag altijd iets mee naar huis. De workshops worden gegeven door ervaren ontwerpers en/of technici.

In Enschede is er nu ook het KinderFablab: www.kinderfablab.nl.

In het najaar van 2014 opende Waag Society de deuren voor kinderen in de buurt. Zij kunnen op woensdagmiddagen deelnemen aan de FabSchool Kids workshops.

Setting: Nieuwsgierige kinderen of ouders kunnen thuis ook aan de slag kunnen met techniek en fabricage. Er zijn op het internet verschillende platformen waar instructies, of tutorials, te vinden zijn voor technische toepassingen of bouwsels, waarin (zelf) maken, tinkering en ontwerpen centraal staan. Door gebruik te maken van deze goed gestructureerde instructies kunnen kinderen (met begeleiding van ouders) thuis aan de slag met 'leren door te maken'.

Doelgroep: De leeftijd van de deelnemers kan variëren van 8 - 88 jaar. De (motorische en technische) vaardigheden kunnen per deelnemer verschillen. De deelnemers zijn in staat zelfstandig instructies te volgen (om met hulp van ouders/ begeleiders).

Aantal leerlingen: 1 - 4

Beschikbare periode: 1 dagdeel (2 - 4 uur)

Begeleiding: Zelfstandig / Ouders / Familie / etc.

Kennisnet ontwikkelt momenteel een toolkit met concrete handvatten voor schoolleiders en docenten om leren door te maken te implementeren in het onderwijs.



Opdrachten

Door een echte, reële en praktische opdracht, waarin maken centraal staat en ruimte is voor eigen idee en invulling, biedt FabSchool jongeren de mogelijkheid iets voor een ander te doen en te betekenen en het geeft ze handelingsperspectief. FabSchool ontwikkelt daarmee gevoel van verantwoordelijkheid voor het eigen leven en de leefomgeving van jongeren, waardoor ze hun plek in de maatschappij kunnen vinden en mede kunnen bepalen.

Een paar eenvoudige startopdrachten die goed werkten waren:

VORMGEVINGSOPDRACHT: ONTWERP JE EIGEN T-SHIRT

Dit is een geschikte opdracht om kennis te maken met de werkwijze en machines van het Fablab. Jongeren vinden deze opdracht leuk omdat ze heel snel zelf aan de slag kunnen. Vooral middelbare scholieren zijn enorm bezig met hun identiteit. Ze pakken de opdracht 'maak een t-shirt voor jezelf' meestal heel serieus aan omdat ze echt iets moois willen presenteren aan het eind.

In de maker space hangen voorbeelden van t-shirts met een mooie grafische opdruk. De leerlingen krijgen een korte demonstratie van de vinylsnijder. De leerlingen kiezen een woord, en zien hoe dat woord wordt uitgesneden uit plastic dat je later op een t-shirt kan strijken.

In duo's ontwerpen ze vervolgens een opdruk met pen en papier. Vervolgens bedenken ze hoe ze dat in de computer moeten maken. Op het moment dat ze aan de slag willen geeft de docent een korte plenaire 'basisles' in digitaal tekenen, en tips om een scan van een tekening om te zetten in vectorlijnen. Op het moment dat ze enthousiast zijn om hun eigen opdruk te maken zijn ze gemotiveerd om het computerprogramma te leren.

De docenten lopen langs de groepjes om advies te geven bij het tekenen. De eerste die klaar is met de tekening mag al naar de vinylsnijder om een test te doen. De docent staat bij de machine en geeft instructies, maar de leerlingen bedienen de computer en de machine zo veel mogelijk zelf. Het eerste team dat letters op een t-shirt heeft bedacht, gaat in de fout want bij het strijken komt de opdruk gespiegeld op het t-shirt. Als er zo iets 'ontdekt' wordt, kan de tip worden gedeeld met de andere leerlingen.

Aan het eind van de les wordt er een rondje gemaakt langs alle projecten. Leerlingen mogen elkaar een 'tip' en een 'top' geven over hoe ze hun ontwerp hebben aangepakt.

TECHNISCHE OPDRACHT: SOLDEREN IS LEUK EN NIET MOEILIK!

Les van Mitch Altman

In een les van 2,5 uur maken leerlingen een 'TV-B gone', een apparaatje waarmee je stiekem op afstand alle tv's uit kan schakelen.

De leerlingen mogen eerst het apparaatje uitproberen, en daardoor zijn ze helemaal enthousiast om er een voor zichzelf te maken. Ze krijgen een kit met alle onderdelen er al in. De gloeiende soldeerbouten staan voor ze klaar... gaat dat wel goed? Ja, dat gaat prima!

Eerst wordt uitgebreid de tijd genomen om alle tips en trucs door te nemen. Daarna krijgen de kinderen de verantwoordelijkheid om alles zelf te doen. Bewust van die paar dingen waar ze voor op moeten passen, gaat dat prima.

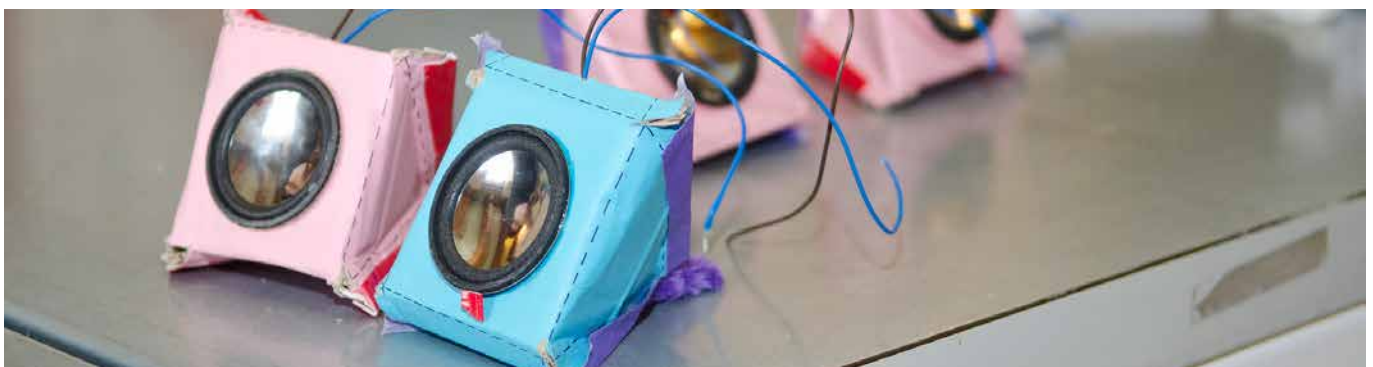
Ze maken de kit stap-voor-stap. De docent legt uit welk component er gesoldeerd kan worden, en dit is ook te zien op een groot geprojecteerde afbeelding. De leerlingen solderen zelf, en wachten steeds op elkaar tot iedereen z'n component vast heeft gesoldeerd. Als ze even moeten wachten helpen ze elkaar, of onderzoeken wat het volgende component is.

Aan het eind van de middag komen de ouders, die meteen een demonstratie krijgen. Alle kinderen gaan met een werkende TV-B gone en 10 ongevende vingers naar huis. Buren opgepast!

Het leuke is dat je de basisprintplaat voor de TV-B gone ook voor talloze andere projecten kan gebruiken. Na deze les kunnen de leerlingen dus steeds nieuwe projecten met sensoren en actuators maken op het zelfde boardje. Ze kunnen code voor een nieuw programma downloaden van internet, of zelf leren programmeren met Scratch.

Charlotte Henning van Grafimediacollege X11 documenteerde haar FabSchool lessen. In laatste hoofdstuk met referenties vind je een link naar haar uitgewerkte lessenserie en praktische informatie om de lessen van FabSchool zo goed mogelijk te ontwikkelen.

Het boek Invent to Learn gaat uitgebreid in op acht elementen die een maakproject tot een goed project maken.



Instructables, machines en tools

Fablabs huisvesten verschillende digitaal aangestuurde machines, zoals een lasersnijder, freesmachine, vinylslijder, 3D-printer en borduurmachine. Maar ook als je niet over dergelijke apparatuur beschikt, kan je een maker space inrichten en/of leren door te maken in de praktijk brengen.

Er zijn tal van platformen, projecten, geschikte tools en handleidingen online en in boeken te vinden die je op weg helpen. Wij hebben zelf goede ervaringen met het werken met zogenaamde *Instructables*. Instructables zijn eigenlijk een soort van handleidingen die je aan de hand van foto's en beschrijvingen stap-voor-stap door een maakproces loodsen. Op Instructables.com vind je een grote verzameling van projecten, doorgaans van individuele makers, op uiteenlopende gebieden.

Een voordeel van handleidingen zoals Instructables is dat het leerlingen de kans biedt redelijk zelfstandig en in hun eigen tempo te werken. Ze kunnen de instructies immers zelf stapsgewijs uitvoeren en om hulp vragen als ze ergens niet uitkomen.

Een nadeel is echter dat leerlingen niet de vrijheid biedt zelf om echt creatief te zijn en iets nieuws te bedenken en te creëren. Onze ervaring is echter dat het voor veel kinderen en jongeren heel goed werkt om eerst iets via bijvoorbeeld een Instructable na te maken, om vervolgens te snappen hoe dingen in elkaar zitten en werken om daarna zelf iets nieuws te maken.

Daag je kinderen en jongeren dan ook uit om zelf een iteratie, verbetering of nieuwe toepassing te maken en stimuleer ze vooral ook om vervolgens hun eigen creaties te documenteren en te delen.

In het volgende hoofdstuk vind je verwijzingen naar tal van verschillende tools en platforms die je concrete handvatten geven om met digitaal fabriceren en leren door te maken aan de slag te gaan.

Op ons eigen FabSchool-website hebben we alvast een selectie van een aantal concrete maakprojecten waar wij enthousiast over zijn gedocumenteerd en beschikbaar gesteld. Ga zelf aan de slag, in een maker space, op school in de klas of gewoon thuis.

Voel je vrij om variaties op deze projecten te maken. Heb jij ook een project dat goed gelukt is, heb je een filmpje of Nederlandstalige Instructable online gezet? Geef het ons door, dan kijken we of we die op de website kunnen opnemen.

Hieronder vind je een voorbeeld van een relatief eenvoudige Instructable voor het maken van een biobatterij (gemaakt in samenwerking met het Open Wetlab van Waag Society).

fabschool.nl

Bouw je eigen modderbatterij



Je hebt nodig: schaar, modder, een schaalpje, elektriciteitsdraden, water, carboendoek, handschoenen, kabelstriptang, multimeter voor Volt & Ampère en een veiligheidsbril.



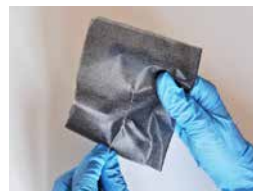
Maak het carboendoek nat. Knip 2 stukken van dezelfde afmetingen uit het carboendoek. Zorg dat het doek groter is dan je schaalpje zodat je het 2x dubbel kunt vouwen.



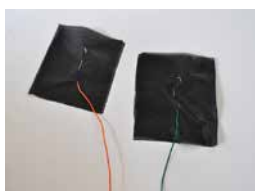
Pak de elektriciteitsdraden erbij. Knip hier twee gelijke stukken vanaf, ongeveer zo lang als je onderarm.



Je gaat nu de 2 elektriciteitsdraden strippen! Dit doe je met de kabelstriptang. Verwijder aan de ene kant 1 cm van het gekleurde plastic en aan de andere kant 5 cm.



Weef nu de kant met het lange ijzerdraad door het carboendoek. Maak aan het uiteinde een haakje zodat het beter blijft zitten. Je hebt nu een elektrode gemaakt! Doe dit nogmaals met het andere draad en carboendoekje.



Je hebt nu 2 zelfgemaakte elektroden. Eén plus en één min elektrode. Deze ga je straks gebruiken in je schaalpje met modder.



Haal een emmertje modder uit je tuin. Vul vervolgens het schaalpje met een laagje van 1 cm modder. Maak je vingertoppen een beetje nat zodat je de modder goed kunt aandrukken.



Leg nu het eerste velletje carboendoek op de eerste laag modder. Dit is de min elektrode. Druk dit goed aan zodat het doekje contact maakt met de modder. Vul de schaal verder met modder. Zorg dat er zo min mogelijk luchtbelletjes te zien zijn.



Het tweede velletje carboendoek leg je bovenop de laag modder. Dit is de plus elektrode. Je batterij is af! Na een paar dagen begint deze te werken. Met de multimeter kun je dit in de gaten houden.



Voorbeeld uitgebreide Instructable

Dit is een voorbeeld van een uitgebreide 'Instructable' die we gebruiken in FabSchool Kids. Met dit stappenplan kunnen leerkrachten en leerlingen direct aan de slag om zelf een Arduino te maken. Hiermee leer je over elektronica, solderen en programmeren. Deze handleiding is zowel online te vinden als te downloaden in pdf-formaat om af te drukken.

1



Je hebt nodig: kniptang, soldeerbout, soldeerdraad, batterijhouder, Diavolino kit van Evil Mad Scientist: (het PCB, ATMEGA 328P (ic) en de losse componenten + beschrijving van de Diavolino).

2



Je pakt de uiteinden van de weerstand (zero ohm jumper) en buigt deze aan beide kanten in een hoek van 90 graden.

3



Vanaf nu heb je de Diavolino handleiding nodig (bijlage). Hierop staan alle Diavolino onderdelen uitgelegd. Pak nu het PCB en plaats de weerstand in de daarvoor bedoelde gaatjes.

10



Plaats vervolgens de 1K weerstand en herhaal stap 2 t/m 7.

Ben je klaar? Alle weerstanden zijn nu in de Diavolino geplaatst!

11



Je pakt nu de twee condensatoren (18pF). Deze herken je aan de zwarte streepjes die in de lengte zijn afgebeeld. Soldeer beide condensatoren aan je Diavolino. Herhaal hierbij stap 2 t/m 7.

12



Je pakt nu de drie condensatoren (0.1 uF). Deze herken je alle drie aan je Diavolino. Herhaal hierbij stap 2 t/m 7.

4



Draai nu het PCB om zodat de pootjes van de weerstand naar boven steken.

5



Pak de soldeerbout en raak zowel het soldeer punt als het pootje van de weerstand. Houd dit 1 seconde vast.

6



Je gaat nu beginnen met solderen! Pak 1 tot 3 mm soldeerdraad. Let op: houd dit onder de punt van je soldeerbout. Om een goede verbinding te maken houd je het soldeerdraad tegen het pootje.

13



Nu plaats je de reset-button. Ook deze soldeer je aan je Diavolino. Herhaal hierbij stap 2 t/m 7.

14



Plaats de oscillator. Dit is een belangrijk onderdeel dat zorgt voor de juiste spanning in je Diavolino. Soldeer deze vast. Herhaal hierbij stap 2 t/m 7.

15



Nu plaats je de IC (ATMEGA chip). Dit is het bruisende hart van je minicomputer!

Let op: Zorg dat de halve cirkel van de chip op de halve cirkel van de Diavolino ligt.

7



Pak de kniptang nadat je beide pootjes van de eerste weerstand hebt gesoldeerd. Leg je vinger op het pootje en knip dit met je andere hand zo vlak mogelijk af.

8



Je pakt nu de tweede weerstand (zero ohm jumper). Hier doe je hetzelfde mee als met de eerste weerstand.

Let op: herhaal stap 2 t/m 7.

9



Pak de 10k weerstand en plaats deze in de Diavolino. Tip: pak de Diavolino handleiding zodat je zeker weet waar de 10k weerstand geplaatst moet worden. Herhaal stap 2 t/m 7.

16



Je gaat nu het hart van je mini computer solderen! Draai de Diavolino om en herhaal stap 2 t/m 7.

17



Je Diavolino krijgt ook een lampje! Let op: deze heeft een kort en een lang pootje. Kijk goed naar je Diavolino om te zien welk pootje waar geplaatst moet worden.

18



Je plaatst het LEDje in het bordje. Hierop staat duidelijk aangeven waar je het lange en korte pootje in moet steken.

20



Plaats nu de FTDI connector in je Diavolino. Let op: plaats de korte pootjes, soldeer deze en herhaal hierbij stap 2 t/m 7.

21



Plaats nu de header pins op de plaats van de pijlen (aan de rand van je Diavolino).

22



Draai nu je Diavolino om. Soldeer de eerste header pin. Let op: kijk of deze recht is geplaatst en soldeer deze daarna vast. Zet daarna de overige drie header pinnen vast.

23



Pak de batterijhouder en voer de draadjes door het eerste gaatje zoals aangegeven op de foto. De draadjes steken nu uit aan de bovenkant van het Diavolino.

24



De rode draad is plus en de zwarte draad is ground/aarde. Dit staat aangegeven op je Diavolino. Soldeer beide draden vervolgens in het tweede gaatje vast.

25



Haal het dekseltje van de batterijhouder en plaats daarin de 3 batterijen.

26



Doe het deksel op de batterijhouder. Het schakelaartje staat nu op uit/off. Zet nu het schakelaartje van de batterijhouder op aan/on. Spannend! Wat zie je nu gebeuren op je Diavolino?

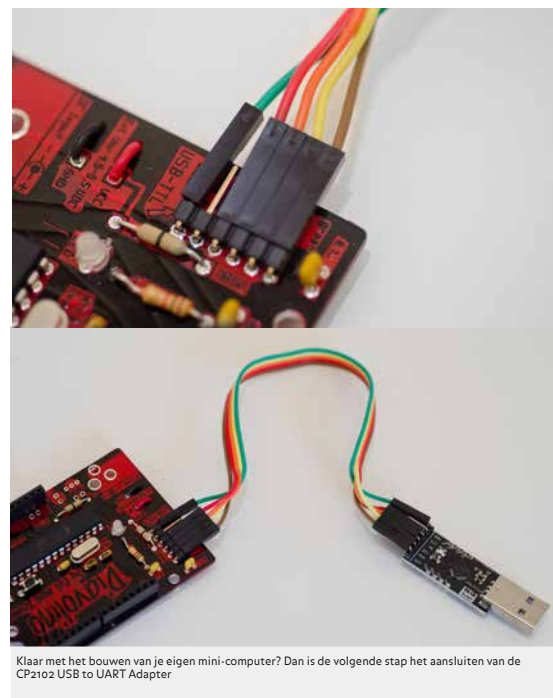
27



Als het goed is gaat het LED-lampje knipperen; het licht op en gaat vervolgens weer uit. Gefeliciteerd, je Diavolino werkt!

Bijlage

5 CP2102 USB to UART Adapter



Klaar met het bouwen van je eigen mini-computer? Dan is de volgende stap het aansluiten van de CP2102 USB to UART Adapter

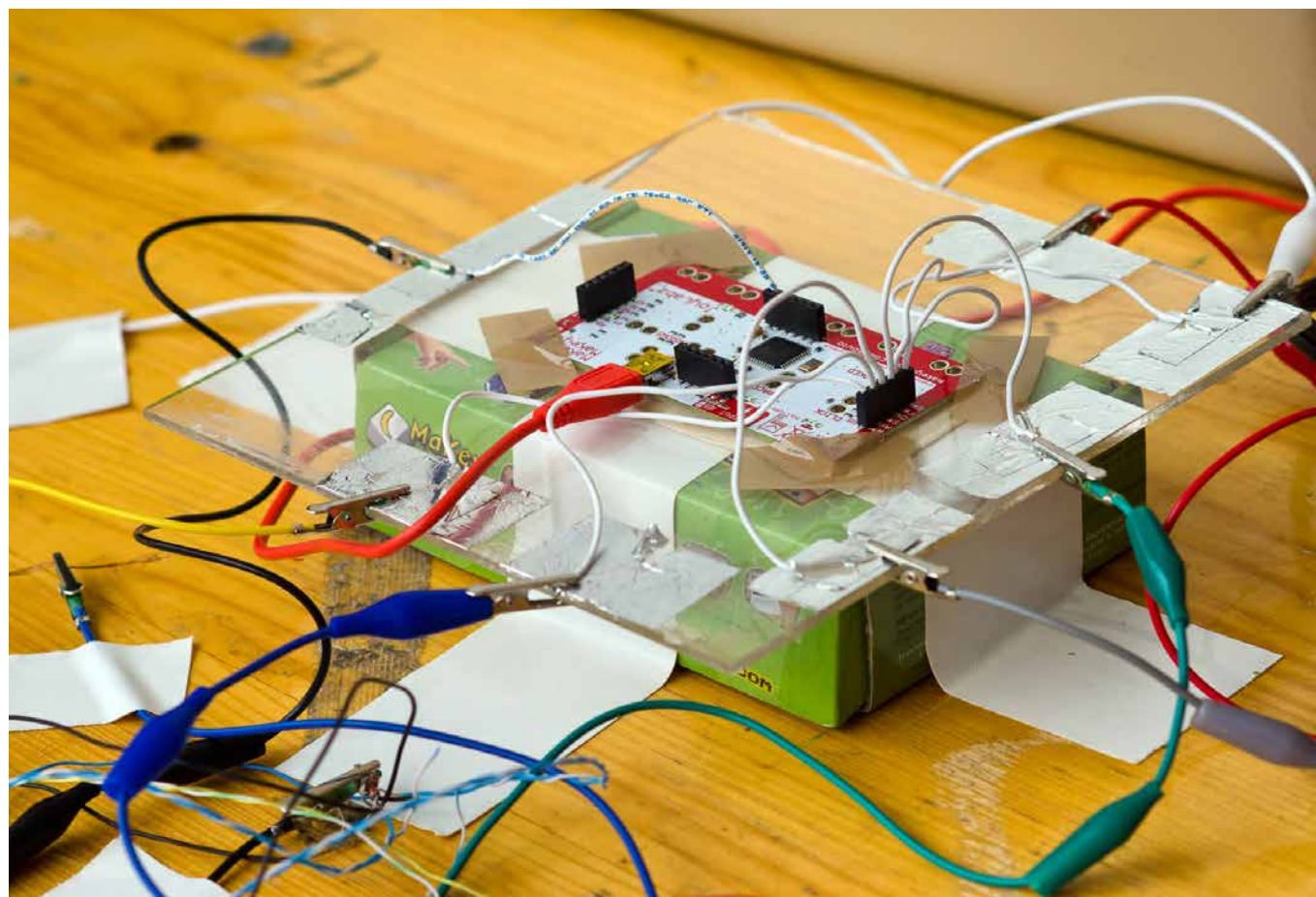
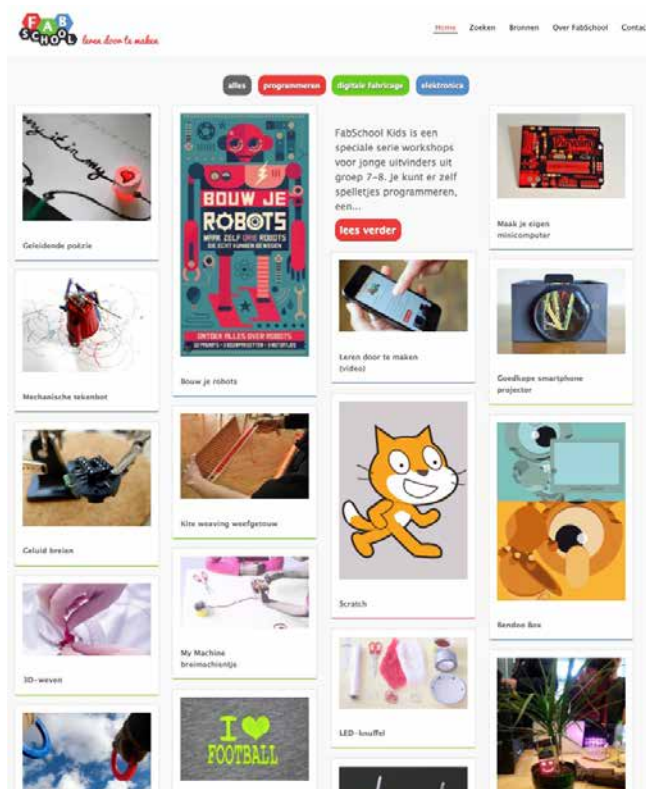
Meer maken?

Binnen het 'Makers'-thema heeft Waag Society verschillende producten onderzocht waarin technologie, creativiteit en maken bij elkaar komen. We hebben deze producten ingedeeld in drie categorieën:

- 1) *(Digitale) Fabricage* – technologie die het mogelijk maakt om eigen ideeën te realiseren tot producten. Denk daarbij aan computerondersteund design, 3D-printers, lasersnijders en andere technologie die het mogelijk maakt fysiek materiaal te ontwerpen.
- 2) *Elektronica* – de mogelijkheid om zelf machines te ontwerpen die interacteren met de omgeving. Denk hierbij aan robotica, Arduino en innovatieve interfaces die de computer aan de echte wereld koppelen.
- 3) *Programmeren* – de sleutel om de digitale wereld te begrijpen is door de taal van de computer te spreken en de controle te hebben over de stukjes instructie voor de computer.

Deze indeling komt uit het boek 'Invent to learn' van Sylvia Libow Martinez en Gary Stager (Fabrication, Physical computing, Programming). Zij bespreken in hun boek producten en projecten aan de hand van deze drie thema's. De tools die in dit hoofdstuk staan beschreven zijn speciaal ontwikkeld voor het onderwijs. Hierdoor zijn de tools toegankelijk gemaakt en kunnen leerlingen zelf ontwerpen en experimenteren met technologie.

(Dit is een aangepaste en ge-update versie uit het Trendrapport 2014 van Creative Learning Lab).



Voorbeelden (digitale) fabricage

The Camera For Education
For kids and adults alike.
Build, Learn, Share.



DIY DRONE

Omschrijving

Een drone is een luchtvaartuig zonder piloot aan boord. De toestellen worden vaak op afstand bestuurd, waarbij de bestuurder zich in de buurt kan bevinden, maar ook op duizenden kilometers afstand. Er zijn ook autonome toestellen, die volgens een geprogrammeerde opdracht handelen.

Met de huidige technologie is het steeds eenvoudiger om zelf zo'n op afstand bestuurbaar luchtvaartuig te bouwen. Het DIYdrones-platform biedt een grote hoeveelheid aan voorbeelden en instructies voor het bouwen van diverse soorten drones.

Doelgroep

Vanaf ovenbouw basisschool

Voordelen

- Een groot aanbod aan verschillende instructies.
- Voor beginners is er gids om de basis ins en outs over drones onder de knie te krijgen.

Nadelen

- De onderdelen kunnen redelijk kostbaar zijn.
- Het kan zijn dat het wat tijd kost om de juiste drone te vinden om te bouwen.
- De website is volledig in het Engels.

diydrones.com



FAB SPEAKERS VAN MIT

Omschrijving

De Fab Speakers zijn een voorbeeld van het experimenteren en bouwen met open source hardware en bestaande consumenten elektronica. Door de originele ontwerpen vrij beschikbaar te maken op het internet, is het eenvoudig voor andere om deze aan te passen naar eigen wens. Dit iteratieve proces bevordert creativiteit en helpt producten bovendien versneld naar een hoger plan.

Doelgroep

Middelbare school

Voordelen

- Open ontwerpen bieden ruimte voor eigen aanpassingen.
- Er zijn veel tutorials beschikbaar, vrijwel elk ontwerp beschikbaar online heeft een stappenplan voor uitvoering.
- Door zelf een functioneel product te maken leer je meteen hoe iets werkt en daarmee hoe het te onderhouden.

Nadelen

- In veel gevallen moet je toegang hebben tot een Fablab of professionele machines.
- Voorkennis van digitaal ontwerpen is een vereiste.
- Ontwerpprogramma's zijn vaak prijzig.
- Materialen kunnen lastig te vinden of kostbaar zijn.
- De meeste instructies zijn in het Engels.

web.media.mit.edu/~mellis/speakers



BIGSHOT CAMERA

Omschrijving

De aantrekkingskracht van de camera kan worden gebruikt als een aansprekende toepassing om mee te leren. De ontwikkelaars gaan uit van drie principes om te leren van de Bigshot:

- Het is ontworpen als een bouw pakket - door zelf de camera in elkaar te zetten krijgt de gebruiker te maken met verschillende wetenschappelijke concepten, en leert zo spelenderwijs.
- De camera heeft eigenschappen die niet in andere camera's te vinden zijn waardoor het de gebruiker uitnodigt nieuwe creatieve dimensies te onderzoeken en nieuwe beelden te creëren.
- De kosten zijn relatief laag waardoor het toegankelijk is voor een brede doelgroep.

Doelgroep

Vanaf middenbouw basisschool

Voordelen

- De camera is, wanneer hij helemaal in elkaar gezet is, een volledig werkende digitale camera die ook in het gewone leven te gebruiken is.
- De bijbehorende website biedt een interactief boekje dat een brede verscheidenheid aan wetenschappelijke en bouwkundige concepten beschrijft die de Bigshot laten werken. Elk concept is uitgewerkt met eenvoudige uitleg, duidelijke afbeeldingen en interactieve demo's. De quiz op het einde laat je testen hoeveel je weet.
- Op de website zijn ook instructies en adviezen voor zowel docenten als leerlingen te vinden in relatie tot de fotocamera - voor zowel het bouwkundige als het creatieve deel.
- De website biedt ook informatie en beschrijvingen van activiteiten over aanverwante onderwerpen.

Nadelen

- De website is alleen beschikbaar in het Engels en Japans.
- De camera kun je maar éénmaal in elkaar zetten. Om andere kinderen hetzelfde 'bouwproces' te leren zal een nieuw bouw pakket aangeschaft moeten worden.

www.bigshotcamera.com

Voorbeelden elektronica

POWERUP

Omschrijving

De Power Up combineert origami met technologie. De eerste versie van de Power Up bestaat uit een batterij en een propeller die je bevestigt aan een zelf gevouwen vliegtuigje van papier. Bij de versie 3.0 heeft men er Bluetooth Smart technologie aan toegevoegd. Je kunt met deze versie je zelfgemaakte papieren vliegtuigje besturen met je smartphone.

Doelgroep

Vanaf primaire onderwijs middenbouw t/m voortgezet onderwijs middenbouw. Eventueel mogelijk om naast het papieren vliegtuigje ook de technologie zelf te bouwen.

Voordelen/nadelen

Versie 3.0 kost 50 dollar. Dit is wat aan de prijs. Het vliegtuigje is eenvoudig aan te sluiten waardoor het ook jonge kinderen aanspreekt.

www.poweruptoys.com/

DIAVOLINO

Omschrijving

De Diavolino is een Arduino-clone, speciaal gemaakt omdat er behoefte was aan goedkope Arduino's specifiek bedoeld voor educatieve doeleinden. De Diavolino wordt verkocht als een eenvoudig te solderen kit.

Doelgroep

Vanaf primaire onderwijs bovenbouw.

Voordelen/nadelen

Naast de lage prijs, is het een volwaardige Arduino en dus inzetbaar voor verdere elektronica- en programmeerprojecten zoals bijvoorbeeld het LOL-shield. Het solderen zorgt voor een demystificatie van technologie.

www.evilmadscientist.com/2010/diavolino/

Een uitgebreide Nederlandstalige handleiding is opgenomen op de FabSchool website en op Instructables.

fabschool.nl/?p=481

LITTLEBITS

Omschrijving

Dit is een open source verzameling van elektronische modules die aan elkaar klikken met kleine magneetjes. De modules zijn te gebruiken om mee te prototypen, om te leren en om gewoon voor de lol mee te experimenteren. De basis bevat een klein circuit bordje waarbij specifieke functies zo zijn vormgegeven dat ze aan elkaar klikken door magneten. Doordat solderen, draadjes en programmeren overbodig is gemaakt kun je echt op het creëren van toepassingen richten. Er zijn verschillende kits beschikbaar, maar er zijn ook losse 'Bits' te bestellen op de website.

Doelgroep

Vanaf middenbouw basisschool.

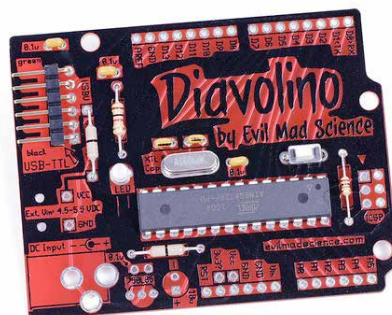
Voordelen

- Solderen is niet nodig.
- Er zijn geen draadjes.
- Er hoeft niet te worden geprogrammeerd.
- Je kunt suggesties op de website doen voor functies voor modules.
- Op de website kunnen lessen worden gedownload en uitgewisseld.

Nadelen

- De toepassing is gesloten, waardoor er niet zelf nieuwe functies bedacht kunnen worden.
- De website is in het Engels.

littlebits.cc



WUNDERBAR

Omschrijving

Starters- en Developers kit voor het ontwikkelen van toepassingen en applicaties voor het 'Internet der Dingen'. Je hoeft met deze kit geen hardware te ontwikkelen en kunt toch unieke toepassingen maken. De kit bestaande uit 'blokjes' met 6 sterke 'smart modules' die communiceren met Smart Devices, waarvan drie sensormodules zijn, een vierde is infrarood zender. De WunderBar is nog steeds in ontwikkeling, dus de vijfde en zes modules kunnen van functies variëren.

Doelgroep

Middelbare school - mits kennis van app ontwikkeling

Voordelen

- Er zijn drie tutorial Apps beschikbaar.
- Met de juiste voorkennis is in zeer korte tijd een app te bouwen.
- Met deze kit kan voor iOS, Android en Node.js ontwikkeld worden.
- Het is een stabiele en veilige toepassing door beveiliging van Wi-Fi verbindingen.
- Het ondersteunt open source software en hardware.

Nadelen

- Het product is ingezet op app developers, dus het vereist aardig wat voorkennis van programmeren en platforms.
- Alle beschrijvingen en instructies zijn alleen in het Engels.

relayr.io



MAKEY MAKEY

Omschrijving

MaKey MaKey is een printplaatje waarmee eenvoudig alles in een toetsenbord wordt veranderd. Je koppelt het apparaatje via een usb-kabel aan je computer en daarna verbind je het met dingen die je als toetsen wilt gebruiken. Dat kan van alles zijn: bananen, muntjes, klei of een bak met water. Kabeltjes met krokodillenbek verbind je met de MaKey MaKey en op die manier kun je pianospelen met bananen of een spelletje bedienen door in bakken water rond te springen.

Doelgroep

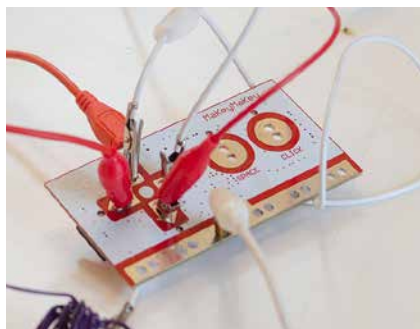
Vanaf primaire onderwijs middenbouw

Voordelen/nadelen

De MaKey MaKey is eenvoudig en werkt intuïtief. Door er mee te blijven spelen, ontdek je de vele mogelijkheden. Met behulp van Scratch kun je het combineren vele andere Physical computing en programming projecten. Er zijn bovendien veel Nederlandstalige Scratch-projecten te vinden.

Een nadeel van de MaKey MaKey is dat de snoertjes soms wat aan de korte kant zijn. Deze zijn wel vrij makkelijk te verlengen.

www.tofspeelgoed.com/makey.php



SHRIMPIT EN SHRIMPKEY

Omschrijving

Met de ShrimpIT en ShrimpKey bouw je in feite zelf een Arduino (ShrimpIT) en een MaKey MaKey (ShrimpKey). Dit concept gaat nog een stapje verder dan de Diavolino omdat je helemaal vanuit niets begint. Het maken alleen al is dus een hele ontdekkingsreis. Aan het eind heb je een volwaardige Arduino en MaKey MaKey-kloon.

Doelgroep

Voortgezet onderwijs bovenbouw. Het is handig als je enige kennis van elektronica hebt. Ervaring met het solderen van elektronica is een vereiste.

Voordelen/nadelen

Voor het maken van een MaKey MaKey met de ShrimpKey moet je alle onderdelen los bestellen. Dat is een hele lijst. Het is niet eenvoudig om te maken en vraagt enige kennis van elektronica. Voordeel is wel dat er een Nederlandstalige handleiding beschikbaar is.

fromscratched.nl/index.php/shrimpkey-maak-je-eigen-makeymakey-deel-1/



Voorbeelden programmeren

LOL SHIELD

Omschrijving

LoL Shield is een display interface met een LED-matrix van 9 bij 14 voor de Arduino. De LED's zijn individueel te programmeren, dus je kunt het gebruiken om iets weer te geven in een 9 x 14 raster. Je kan teksten laten schuiven, spelletjes spelen of animaties laten zien.

Eerst zet je het LOL Shield in elkaar. De LOL Shield is het schild voor de Arduino. De Arduino heb je nodig om de LOL Shield aan te kunnen sturen. Als de LOL Shield in elkaar is gezet download je de software die er zorg draagt over alle ingewikkelde materie. Je hoeft alleen nog maar de x- en y-coördinaten aan of uit te zetten. Door zelf te bepalen wanneer de lampjes aan en uit gaan kan je tekst of animaties laten verschijnen.

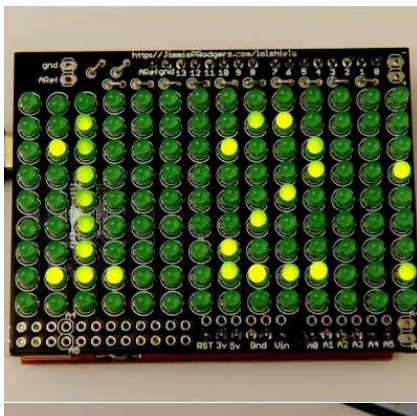
Doelgroep

Voortgezet onderwijs

Voordelen/nadelen

Het voordeel is dat je de Arduino volledig zelf bouwt. Het nadeel daaraan is dat het extra tijd kost, voornamelijk het solderen van alle ledlampjes.

jimmieprodgers.com/kits/lolshield



SCRATCH

Omschrijving

Scratch is programmeertaal die ontwikkeld is om te leren hoe computers werken. De speelse presentatie, alsof je met lego aan het bouwen bent, maakt het toegankelijk voor iedereen die kan lezen. Het toepassingsgebied is enorm breed, bijvoorbeeld animatie, rekenen, verhalen, games, simulatie en muziek. Ondanks die breedte kan op de meeste terreinen ook heel diep worden gegaan.

Doelgroep

Vanaf primaire onderwijs middenbouw

Voordelen/nadelen

Scratch kan prima gecombineerd worden met MaKey MaKey, Arduino en Raspberry Pi. Vanaf voortgezet onderwijs kan makkelijk worden overgestopt op programmeertalen Python of Arduino die op hun beurt ook weer kunnen worden gebruikt in combinatie met MaKey MaKey, Arduino en Raspberry Pi.

Scratch is ontwikkeld vanuit het MIT heeft een grote community waar voorbeelden en lesjes actief worden gedeeld vanuit een open source/ opendesign principe. Daarnaast is er een actieve community van leraren en ouders (zie <http://scratched.media.mit.edu/>).

scratch.mit.edu

Groot voordeel van Scratch is dat er ook een actieve Nederlandse community is met een website vol Scratch projecten.

scratchweb.nl



RASPBERRY PI

De Raspberry Pi is een goedkope, creditcard-formaat computer die wordt aangesloten op een computermonitor of een tv, en gebruik maakt van een standaard toetsenbord en muis. Het is een capabel klein apparaatje dat mensen van alle leeftijden in staat stelt om computers te verkennen, en om te leren hoe te programmeren in talen als Scratch en Python. Het is in staat om alles te doen wat je zou verwachten van een desktop computer, van surfen op het internet en het afspelen van high-definition video, tot het maken van spreadsheets, tekstverwerking en het spelen van games.

De Raspberry Pi wordt gebruikt door kinderen over de hele wereld om te leren programmeren en te begrijpen hoe computers in elkaar zitten.

Doelgroepen

Voortgezet onderwijs

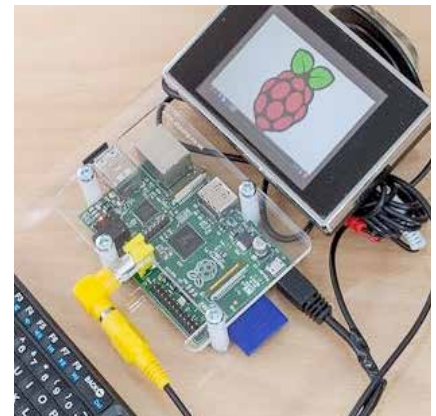
Voordelen/nadelen

Een voordeel is dat er een educatieprogramma voor ontwikkeld is. Een nadeel is dat je al moet kunnen programmeren.

www.raspberrypi.org

De Bendoo Box is een programmeer-vriendelijke omgeving voor de Raspberry Pi B+ die sinds kort op de markt is. Bendoo Box laat zien dat het maken van computerprogramma's ook op een leerzame manier kan. Voor het programmeren van de Raspberry Pi wordt gebruik gemaakt van Scratch.

www.bendooobox.nl



Boeken en links

SPARKFUN INVENTORS' KIT

Omschrijving

De SparkFun Inventor's Kit (SIK) is mooie manier om te starten met programmeren en het werken met hardware met de Arduino programmeertaal. De SIK bevat alles wat je nodig hebt om 15 circuits te maken die je leren hoe je sensoren, display informatie op een LCD, motortjes en meer moet aansturen.

Doelgroep

Vanaf bovenbouw basisschool

Voordelen

- Er is geen voorkennis van programmeren en elektronica nodig om deze kit te gebruiken.
- Er wordt een full-colour instructieboekje meegeleverd waarin stap-voor-stap instructies staan hoe circuits moeten worden verbonden.
- Solderen is niet nodig.
- Er zijn behoorlijk wat tutorials beschikbaar.

Nadelen

- Vrij kostbare kit (ongeveer \$ 99).
- Instructies zijn alleen in het Engels en Spaans.
- Er wordt met code gewerkt, dus een basaal begrip van het concept van code is vereist.

www.sparkfun.com/products/12001



Er zijn veel verschillende sites en boeken waarin Do It Yourself projecten beschreven zijn. In dit hoofdstuk staan een aantal links en titels van boeken die bruikbaar zijn voor het onderwijs.

BOEKEN

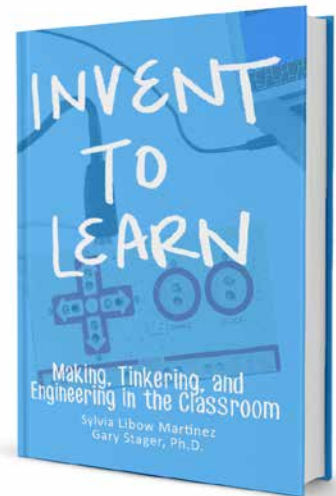
- Sylvia Libow Martinez en Gary Stager, Invent to learn, Making, Tinkering and Engineering in the classroom
www.inventtolearn.com
- Fabklas, Wat maken de makers van morgen?
fabklas.nl/?page_id=75
- Papert, The eight big ideas of the constructionist learning lab
- Papert, Mindstorms: children, computers and powerful ideas
- David Gauntlett, Making is connecting
www.makingisconnecting.org
- Richard Sennett, The Craftsman
www.richardsennett.com

WEBSITES

De tinkering studio staat in het Exploratorium, het museum voor wetenschap, kunst en menselijke perceptie. Op de website zijn verschillende projecten te zien met instructies om het zelf met kinderen te doen.
tinkering.exploratorium.edu/projects

Een website vol met instructies voor het maken van van alles: Instructables.
www.instructables.com

Een site waar verschillende instructiefilmpjes te vinden zijn over het zelf maken van 'dingen' binnen verschillende thema's.
diy.org
fabschool.nl



Lesprogramma Charlotte X11:
fabschool.rotslab.nl

Kennisnet 21st century skills:
kennisnet.nl/themas/21st-century-skills/

Overzicht Fablabs Benelux:
fablab.nl/stichting-fablab-benelux/

Fablab@School (Paolo Blikstein):
fablabatschool.org

Codeweek:
www.codeweek.nl

Howtoons:
www.howtoons.com

Sylvia's Super awesome Mini Makers show:
www.sylviaishow.com

Website voor maakonderwijs in Nederland:
makered.nl



Petitie 'Leren door te maken', aangeboden aan de Tweede Kamer

Ontwerp: Astrid Poot

LEREN DOOR TE MAKEN: HET NIEUWE MAKEN IN HET ONDERWIJS

Wij

Leraren, schoolleiders, FabLabs, bedrijven, openbare bibliotheken en andere cultuurmakers;

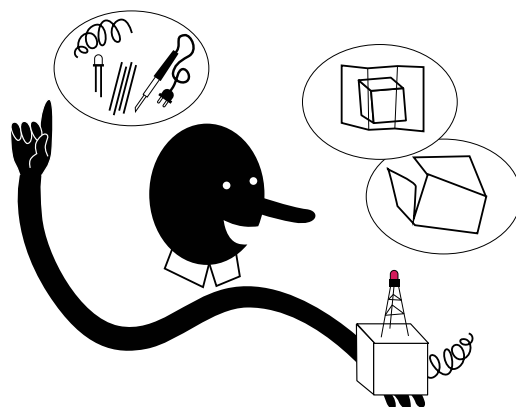
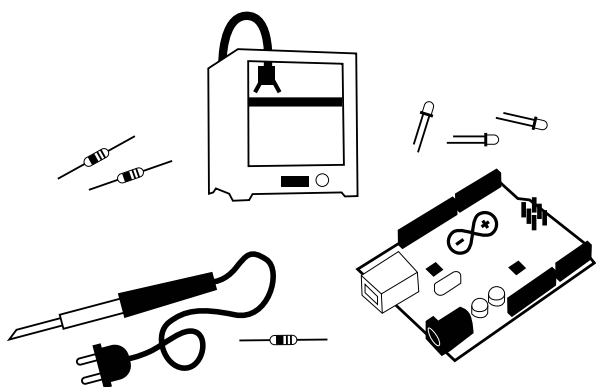
constateren enerzijds:

- dat creativiteit, samenwerken en probleemoplossend vermogen belangrijke vaardigheden zijn in een veranderende arbeidsmarkt;
- dat digitale fabricagetechnieken als 3D-printen een steeds dominantere rol krijgen in het bedrijfsleven en dat men hiermee jong kennis dient te maken;
- dat creatie ten tijde van internet vraagt om nieuwe vaardigheden, waaronder digitale fabricage, robotica en programmeren;
- dat een sterke creatieve (maak)industrie van groot belang is voor de toekomst van Nederland;
- dat het begrijpen van digitale ontwikkelingen steeds belangrijker wordt om de wereld waarin we leven te begrijpen.

Mensen moeten technologie niet alleen kunnen 'lezen', maar er ook mee kunnen 'schrijven'.

en anderzijds:

- dat als je iets leert omdat je het graag wilt kunnen maken, je het nooit meer vergeet;
- dat makersonderwijs leerlingen voorbereidt op hún wereld, in plaats van op de onze;
- dat makersonderwijs leerlingen helpt zich te ontwikkelen tot competente, zelfstandige, creatieve en kritische burgers met de vaardigheden om in de wereld van morgen succesvol te kunnen functioneren;
- dat, door de verbinding te leggen tussen creativiteit, verbeelding en technologie, makersonderwijs verschillende talenten aanspreekt en een beroep doet op het probleemoplossend vermogen van kinderen.
- **dat het makersonderwijs nu geen duidelijke plek heeft in het huidige onderwijs;**



verzoeken de vaste kamercommissie OC&W om:

- **expliciet ruimte te geven aan initiatieven die het makersonderwijs ontwikkelen en uitbreiden;**
- en onderzoek te doen naar het opzetten van een samenwerkingsverband dat, in het pionierskarakter dat hoort bij deze makersbeweging, de sterke lokale initiatieven onderling verbindt en makersonderwijs op de kaart zet in Nederland.

In de komende jaren werkt het samenwerkingsverband aan een programma waarbinnen:

- Events plaatsvinden die de aandacht vestigen op dit onderwerp.
- Docenten worden opgeleid in het makersonderwijs, via samenwerkingen met o.a. Pabo's, hogescholen en scholennetwerken.
- Kennis en tools in het makersonderwijs en formats voor projecten worden gedeeld met geïnteresseerden.
- Er een makerscurriculum wordt ontwikkeld dat breed inzetbaar is in het onderwijs.

Zodat:

- makersonderwijs een zichtbare en permanente plek krijgt in het onderwijs van alle niveaus;
- bevlogen docenten en kinderen die willen werken met creativiteit, technologie en innovatie, toegang hebben tot kwaliteitsaanbod;
- **leerlingen, ongeacht hun onderwijsniveau, hun talenten kunnen ontplooiën en ontwikkelen.**

**if {i smile}
then {you smile}**

