

Maakonderwijs in het kader van ict-geletterdheid

iXspace

iXperium/Centre of Expertise Leren met ict

Pierre Gorissen

Marijke Kral

6 mei 2019

Colofon

iXperium/*Centre of Expertise Leren met ict*

Faculteit Educatie, Hogeschool van Arnhem en Nijmegen

www.ixperium.nl

Auteurs:

Pierre Gorissen, senior onderzoeker

Marijke Kral, lector leren met ict

Inhoud

1.	Samenvatting.....	5
2.	Programmaliijn ict-geletterdheid	6
2.1.	ict-geletterdheid	7
2.2.	Referentiekader ict-geletterdheid	9
3.	Maakonderwijs en ict-geletterdheid	11
4.	Programma maakonderwijs met ict	14
5.	Voorbeelden van praktijkgericht onderzoek en professionalisering	16
5.1.	De iXspace.....	16
5.2.	Designteam Maakonderwijs Pieter Brueghelschool.....	20
5.3.	NRO Onderzoeksproject maakonderwijs	21
5.4.	iXspace 3D-print pioniers.....	26
5.5.	Make I.T. Tuesday	28
5.6.	STEAM lesbrieven / activiteiten.....	29
6.	Literatuur	30

1. Samenvatting

Het iXperium/Centre of Expertise Leren met ict (iXperium/CoE) draagt bij aan gepersonaliseerd leren in een door technologie ondersteunde sociale omgeving. Hierin staat de lerende en diens leerbehoeften centraal, wordt recht gedaan aan verschillen in talenten en ontwikkelingsbehoeften van mensen, worden individuele leerpaden/leerroutes gefaciliteerd waarin leven, leren en werken in een doorgaande lijn worden verbonden en worden ict-geletterde deelnemers aan de digitale samenleving opleid. Het iXperium/CoE ontwikkelt en onderhoudt een netwerkorganisatie van po, vo, mbo en hbo, lerarenopleidingen en onderzoekers en andere partners die in gezamenlijke verantwoordelijkheid nauw hieraan samenwerken. De focus ligt op professionalisering in de beroepskolom van leraren, praktijkontwikkeling inclusief organisatieontwikkeling en kennisontwikkeling in het domein leren met ict.

Het iXperium/CoE werkt binnen de iXspace aan maakonderwijs met ict. Hierbij biedt maakonderwijs de mogelijkheid aan leerlingen en leraren om creatief aan de slag te gaan met het gebruik van ict ten behoeve van het oplossen van complexe problemen (“wicked problems”). Ook jongeren blijken niet vanzelf ict-geletterd te zijn of te worden. Ze zijn vaak wel knoppenvaardig maar niet automatisch ict-geletterd. Zij zullen door leraren ondersteund moeten worden in hun leerproces. Maar leraren blijken op dat gebied ook ondersteuning te behoeven.

De iXspace volgt qua gebruik in grote lijnen het iXperium en vormt een omgeving waarbij er naar gestreefd wordt om leraren en lerarenopleiders te enthousiasmeren voor maakonderwijs met ict, hen uit te dagen en te stimuleren om op basis hiervan uitdagend onderwijs te ontwerpen dat leerlingen en leraren in opleiding op hun beurt weer in staat stelt om hun ict-competenties verder te ontwikkelen of om zelf onderwijs te ontwikkelen dat dit tot doel heeft. Vraag daarbij is of het ontwerpen en realiseren van (prototypes) van fysieke artefacten, bijdraagt aan het vermogen van leraren en leerlingen om ict creatief in te zetten en het vergroten van hun onderzoekend vermogen op dit gebied.

Het iXperium/CoE wil binnen de iXspace, samen met scholen, de lerarenopleiding en andere partners werken aan onderzoek naar de manier waarop maakonderwijs met ict voor leerlingen en (aankomende) leraren aantoonbaar bijdraagt aan hun ict-geletterdheid. Dat doet het iXperium/CoE in de vorm van praktijkgericht onderzoek en professionaliseringsactiviteiten. De iXspace richt zich op dit moment op het primair onderwijs maar (op termijn) ook op het voortgezet onderwijs, mbo en het hbo.

2. Programmalijn ict-geletterdheid

Het iXperium/Centre of Expertise Leren met ict (iXperium/CoE) kent drie programmalijnen:

1. Leren met ict als middel, ten behoeve van gepersonaliseerd leren

Deelvragen voor deze programmalijn zijn:

- a. Wat zijn effectieve vormen van gepersonaliseerd leren?
- b. Wat vraagt dat van leraren? Hoe kunnen ze dat leren?
- c. Wat betekent dit voor de opleiding en professionalisering van leraren?
- d. Hoe kan ict dit ondersteunen?

2. De organisatie, op micro- meso en macroniveau, van gepersonaliseerd leren

Deelvragen binnen deze programmalijn zijn:

- a. Wat zijn effectieve en efficiënte manieren om gepersonaliseerd leren met ict te organiseren?
- b. Wat vraagt dat van de organisatie op verschillende lagen?
- c. Wat betekent dit voor de organisatieontwikkeling?
- d. Hoe kan ict dit ondersteunen?

3. Leren met ict als doel: opleiden tot ict-geletterde deelnemers aan de digitale samenleving¹

Deelvragen binnen deze programmalijn zijn:

- a. Welke competenties zijn nodig om ict in te zetten voor leren, leven en werken?
- b. Hoe kunnen mensen de benodigde competenties verwerven en een leven lang doorontwikkelen?
- c. Wat betekent dit voor het opleiden, professionaliseren en ondersteunen van leraren?
- d. Hoe kan ict dit ondersteunen?

In dit document nemen we de deelvragen van de programmalijn ict-geletterdheid als uitgangspunt.

In de volgende paragraaf wordt het begrip ict-geletterdheid verder uitgewerkt.

In hoofdstuk 3 wordt de samenhang tussen maakonderwijs en ict-geletterdheid toegelicht. In het daarop volgende hoofdstuk 4 wordt besproken wat dit betekent voor leraren en wordt de rol van praktijkgericht onderzoek daarbij toegelicht. In hoofdstuk 5 wordt afsluitend een aantal voorbeelden van activiteiten op het gebied van praktijkgericht onderzoek en professionalisering beschreven.

¹ We zullen in het vervolg van dit document naar deze programmalijn verwijzen als de programmalijn ict-geletterdheid.

2.1. ict-geletterdheid

Binnen het iXperium/CoE onderscheiden we vier deelaspecten voor ict-geletterdheid:

1. **Instrumentele vaardigheden:** De instrumentele vaardigheden omvatten het zich snel eigen kunnen maken van nieuwe ict toepassingen en het verwerven van de digitale basisvaardigheden ten behoeve van de inzet van ict in het onderwijs.
2. **Mediavaardigheden:** Bij mediavaardigheden gaat het om het actief en kritisch gebruik van media waarbij men zich bewust is van de medialisering van de samenleving en de impact daarvan.
3. **Informatievaardigheden:** Informatievaardigheden gaan over het effectief kunnen zoeken en vinden van informatie van goede kwaliteit.
4. **Computational thinking:** Het kunnen (her)formuleren van problemen op een zodanige manier dat een computer (of een soortgelijk apparaat) kan helpen bij het vinden van oplossingen. Hieronder valt het coderen en programmeren.

De gebruikte terminologie komt overeen met de competentie modellen zoals die door het iXperium/CoE opgesteld zijn. De begrippen komen ook grotendeels overeen met die van Kennisnet en SLO (Kennisnet, 2016). Uitzondering hierop zijn de instrumentele vaardigheden (Kennisnet/SLO: ict-basisvaardigheden) en mediavaardigheden (Kennisnet/SLO: mediawijsheid) die binnen de competentie modellen van het iXperium/CoE uitgebreid zijn met competenties uit het model van Mediawijzer.net (Mediawijzer.net, 2012). Zie voor een uitgebreidere beschrijving van andere relevante modellen op het gebied van ict-geletterdheid ook Kral, van Loon, Gorissen & Uerz (2019).

Als we kijken naar het belang van de competenties voor ict-geletterdheid, dan kunnen we onderscheid maken in drie deelcomponenten:

- ten behoeve van leren en ontwikkelen;
- ten behoeve van werk en beroep;
- ten behoeve van leven en burgerschap.

Bij **leren en ontwikkelen** gaat het om ict-geletterdheid ten behoeve van het zichzelf verder ontwikkelen en het leren. Denk daarbij bijvoorbeeld aan het gebruik van elektronische leeromgevingen en digitale lesmaterialen. Maar ook het gebruik van digitale en online bronnen ten behoeve van werkstukken. Leerlingen weten niet zonder meer hoe ze optimaal met die hulpmiddelen en omgevingen om moeten gaan. Daardoor gebruiken ze bijvoorbeeld niet alle beschikbare hulpmiddelen die hen kunnen ondersteunen (digitale studieplanners bijvoorbeeld of forums waar ze vragen kunnen stellen). Op het gebied van instrumentele vaardigheden kan een gebrek aan ict-vaardigheden betekenen dat leerlingen meer tijd dan anderen kwijt zijn aan het gebruik van ict-middelen. Bijvoorbeeld omdat ze niet met tien vingers kunnen typen of omdat ze langer op zoek zijn naar de juiste informatie, documenten kwijt raken etc. In het kader van een leven lang leren zullen leerlingen, nadat ze het initiële onderwijs verlaten hebben, moeten beschikken over de vaardigheden om gebruik te kunnen blijven maken van het zich verder digitaliserend onderwijsaanbod. Denk bijvoorbeeld aan het kunnen gebruiken van verschillende e-learning omgevingen, of het participeren in een MOOC (een “Massive Open Online Course”). Ze

zullen moeten weten hoe ze online communities kunnen gebruiken om op te hoogte te blijven van actuele ontwikkelingen binnen hun vakgebied.

Bij **werk en beroep** betreft het competenties die de toekomstige werkgever verwacht voor het uitvoeren van werkzaamheden, maar ook competenties zoals het kunnen bijhouden van een online profiel en persoonlijk portfolio. Computational thinking, het kunnen opdelen van vaak grote en complexe problemen waar bedrijven mee te maken hebben, in kleinere deelproblemen, die (deels) door geautomatiseerde systemen opgelost kunnen worden, is een voorbeeld van een relevante competentie binnen deze deelcomponent.

Bij **leven en burgerschap** gaat het om al die vaardigheden die mensen nodig hebben om deel te nemen aan de samenleving in de brede zin van het woord. Het onderdeel mediawijsheid richt zich hier voornamelijk op. Denk daarbij aan het beheren van je eigen online privacy, het jezelf beschermen tegen phishing (het 'hengelen' naar bijvoorbeeld wachtwoorden of andere persoonlijke informatie door criminelen), het besef dat iets wat vandaag lollig en grappig is op het moment dat het online beschikbaar komt, vaak heel erg lang beschikbaar blijft. Ook tot lang nadat de persoon die het geplaatst heeft het zelf niet meer grappig vindt. Het gaat hierbij ook om zaken als ethiek van de digitale media. Welke rol willen wij dat technologie in onze samenleving vervult? Wat is ethisch acceptabel? Willen we dat robots een deel van onze zorg voor ouderen of kinderen overnemen of juist niet? Hoe zorgen we er voor dat grote bedrijven niet als enige zeggenschap krijgen over onze privé data? Hoe vinden we een balans tussen vrijheid van meningsuiting online en bescherming tegen haat en pesterijen?

De indeling is niet bedoeld om een scheiding aan te brengen binnen ict-geletterdheid, maar om de breedte van ict-geletterdheid te benadrukken. Sommige competenties zijn voor alle drie de deelcomponenten relevant. Zoals bijvoorbeeld het kunnen herkennen en duiden van nepnieuws als onderdeel van de informatievaardigheden.

Veel modellen en initiatieven op het gebied van ict-geletterdheid richten zich specifiek op leerlingen, leraren of lerarenopleiders, schoolleiders. De invulling van activiteiten kan verschillen afhankelijk van de doelgroep. In de programmalijn ict-geletterdheid richten we ons eerst op de competenties van deelnemers aan de digitale samenleving (deelvraag a). Deze competenties hebben invloed op de benodigde competenties bij leraren en lerarenopleiders (deelvraag c) en indirect op de benodigde competenties van leidinggevenden.

Bij het uitwisselen van ervaringen, het beschrijven van competenties, of het gebruik van ervaringen van anderen, is het relevant om vast te stellen om welke sector(en) het gaat. Vanwege de verschillen tussen de onderwijssectoren zijn ervaringen en competentie modellen op het gebied van ict-geletterdheid in de regel niet een-op-een uitwisselbaar. Dat betekent echter niet dat ze niet aanpasbaar of vertaalbaar zijn tussen sectoren. Voor onderwijsinstellingen is het daarnaast relevant om ook naar de onderlinge samenhang te kijken, bijvoorbeeld in het kader van het opstellen van doorlopende leerlijnen.

Welke onderzoeksvragen moeten we beantwoorden?

Om de in het begin van dit hoofdstuk genoemde vragen a t/m d te beantwoorden zijn de volgende onderzoeksvragen geformuleerd:

1. Welke competenties zijn nodig? Wat zijn de bijbehorende gedragsindicatoren, d.w.z. welk zichtbaar gedrag hoort bij de competenties? (vraag a)
2. Hoe kunnen we het huidige niveau van de competenties vaststellen? (vraag a)
3. Als bekend is waar er verschillen zitten tussen het benodigd en aanwezig niveau van competenties, hoe kunnen de leerlingen zich de ontbrekende competenties eigen maken? Hoe kunnen ze gemotiveerd worden om de benodigde inspanning te verrichten om dit te doen? (vraag b + vraag c)
4. Over welke tools en hulpmiddelen gaat het? (vraag d)
Het is vaak een vraag waar de nadruk op ligt, terwijl hij eigenlijk pas beantwoord kan worden nadat er een antwoord gegeven is op de voorgaande vragen.

2.2. Referentiekader ict-geletterdheid

Om de activiteiten, (onderzoeks-)vragen, projecten, ontwikkelde producten binnen de programmalijn ict-geletterdheid in hun samenhang inzichtelijk te maken, is het referentiekader ict-geletterdheid opgesteld (Gorissen, 2017). In dit referentiekader zijn de vijf componenten die in de vorige paragraaf besproken zijn opgenomen:

1. On welke onderwijssector gaat het? (sector)
2. Wie is de doelgroep? (voor wie)
3. Deelaspecten van ict-geletterdheid (ict-geletterdheid)
4. In het belang waarvan zijn de competenties? (ten behoeve van)
5. Welke onderzoeksvragen moeten we beantwoorden? (vragen)

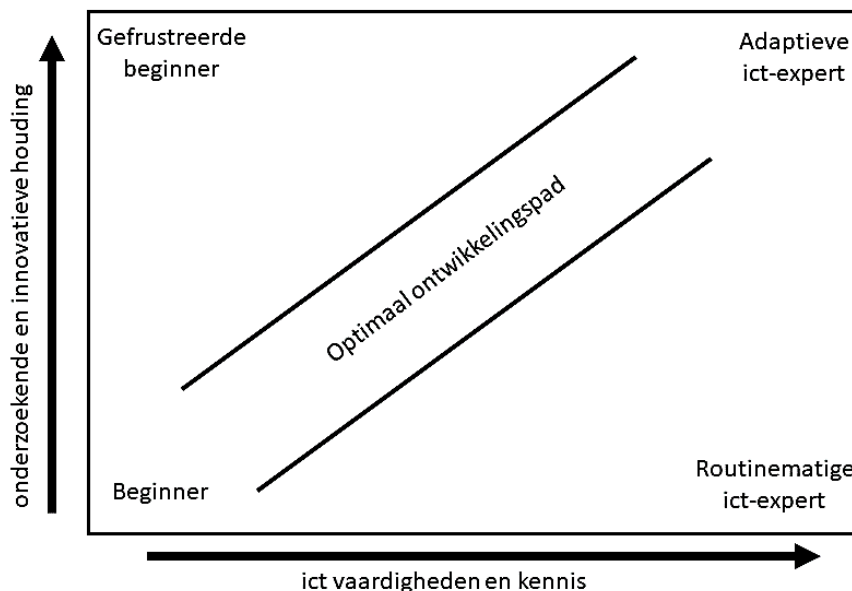
Het complete referentiekader is hieronder grafisch weergegeven.

sector	po	vo	mbo	hbo
voor wie	leerling / student	leraar / docent	leraren-opleider	schoolleider / directeur / teamleider
ict geletterdheid	instrumentele vaardigheden	media-vaardigheden	computational thinking	informatie-vaardigheden
ten behoeve van	leren en ontwikkelen	werken en beroep	leven en burgerschap	
vragen	welke competenties nodig?	hoe bepalen niveau competenties?	hoe oplossen verschil huidig ↔ nodig?	welke tools / middelen?

Referentiekader ict-geletterdheid (Gorissen, 2017)

3. Maakonderwijs en ict-geletterdheid

Zoals uit het in het vorige hoofdstuk beschreven referentiekader ict-geletterdheid (Gorissen, 2017) blijkt, is ict-geletterdheid een veelzijdige competentie die zich over sectoren heen uitstrekt en zowel voor leerlingen, leraren, lerarenopleiders, leidinggevendenden van belang is. Naast de vraag welke competenties nodig zijn voor leren, leven en werken stellen we binnen de programmaliijn ict-geletterdheid de vraag hoe mensen die benodigde competenties kunnen verwerven en een leven lang doorontwikkelen. Jongeren zijn niet vanzelf ict-geletterd, de “digital native” (Prensky, 2001) bestaat niet, ook leerlingen moeten hun ict-vaardigheden ontwikkelen (ECDL Foundation, 2015). Om er voor te zorgen dat leerlingen blijvend ict-geletterd worden, moeten ze adaptieve ict-experts worden (zie de afbeelding hieronder). Daartoe hebben ze een onderzoekende en innovatieve houding ten aanzien van ict enerzijds en ict-kennis en vaardigheden anderzijds nodig.



Ontwikkeling van beginner naar adaptieve ict-expert, gebaseerd op Bransford et al. (2010)

De adaptieve ict-expert is in staat om ict creatief in te zetten in een specifieke context (onderwijs, beroep, privé). Daarbij gaan we uit van de definitie van creativiteit van Plucker et al. (2004): “Creativiteit is de interactie tussen bekwaamheid, proces en context waarbij een individu of groep een waarneembaar product produceert dat zowel nieuw als nuttig is zoals gedefinieerd binnen een sociale groep”. De adaptieve ict-expert moet daarbij zowel beschikken over situational creativity, het vermogen om mogelijkheden te vertalen naar een andere context, als creative repurposing, het kunnen zien van mogelijkheden om de toepassing voor andere doeleinden te gebruiken (Dewey & Simon, 1934; Mishra, 2009).

Al in de jaren zestig van de vorige eeuw betoogde de Amerikaanse cognitieve psycholoog Jérôme Bruner dat het voor kinderen belangrijker is om onderliggende conceptuele structuren te begrijpen dan dat ze losse feiten onthouden (Bruner, 1966). Zijn uitgangspunt is dat als een kind een probleem

of vraagstuk gegeven wordt, het van nature op onderzoek uit willen gaan. Binnen dat onderzoeksproces zal een kind dan leren om kritisch te kijken naar wat relevant is om achter de “waarheid” te komen (Ennis, 2002). Maar ook zal het kind andere noodzakelijke vaardigheden leren die we nu vaak omschrijven als 21e eeuwse vaardigheden (Thijs, Fisser, & Hoeven, 2014; Voogt & Roblin, 2010). Seymour Papert, die in de jaren zestig al actief was met programmeren en robots in het onderwijs, introduceerde het concept van constructionisme of “learning-by-making” (Papert, 1980; Papert & Harel, 1991). Hij legde daarmee de basis voor het maakonderwijs (of “maker education”) al lang voor de tijd van de 3D-printers in de klas.

Maakonderwijs is sinds het begin van deze eeuw sterk in opkomst als afgeleide van de bredere “maker movement” die bestaat uit onafhankelijke uitvinders, ontwerpers en creatieveling. Binnen de maker movement was en is het gebruik van open source software en hardware, digitale technologie, digitale productie, prototyping, vrije kennisdeling via workshops of makerfairs gangbaar (Poel, Douma, Scheltenaar, & Bekker, 2016). Het onderwijs is hierbij aangesloten en er bestaat een levendige en groeiende community rond maakonderwijs waarbij het belang van creativiteit en de mix tussen kennis, vaardigheden, onderzoekende en innovatieve houding centraal staat. Ook in Nederland heeft dit binnen het platform Maker Education geleid tot samenwerking en kennisdeling tussen verschillende partners waaronder de Waag Society, Fablab Benelux, Nemo, Fabklas, TUDelft, Hogeschool Rotterdam, Frysklab, Het Lab Rotterdam, de Hogeschool van Arnhem en Nijmegen. In zijn inventarisatie van maakonderwijs noemt Troxler (2016) een aantal redenen waarom er aandacht is voor maakonderwijs. Het sluit aan bij:

- leerconcepten uit de 20^e eeuw zoals constructionisme (Papert, 1980), community of practice (Lave & Wenger, 1991), zone van de naaste ontwikkeling (Vygotsky, 1978), ervarend leren (Freire, 1972), de pedagogiek van Reggio Emilia (Martinez & Stager, 2013);
- de belangstelling binnen het onderwijs voor integratie van onderwerpen binnen STEAM (Science, Technology, Engineering, Arts, Mathematics);
- de behoefte aan de emancipatie van techniek, waarbij deze niet alleen voorbehouden is aan hackers of technisch ingestoken leerlingen (Blikstein, Kabayadondo, Martin, & Fields, 2016) ;
- de wens om leerlingen te leren hoe zij technologie het beste kunnen inzetten;
- de ambitie om nieuwe (ook fysieke) technologieën in het onderwijs te introduceren en zo aan onderwijsvernieuwing te doen.

Binnen het onderwijs en de lerarenopleiding is maakonderwijs een thema dat op een groeiende belangstelling kan rekenen. Leerlingen leren bij maakonderwijs niet alleen met hun hoofd, maar ook met hun handen. Dit moet hen helpen om niet alleen consument te zijn, maar ook te produceren en creëren (Waag Society, 2014). Het kunnen creëren is een vaardigheid waarvan de samenleving en de arbeidsmarkt in toenemende mate veronderstelt dat mensen die bezitten, maar die niet vanzelfsprekend aanwezig is en dus moet worden aangeleerd (Platform Onderwijs2032, 2016). Maakonderwijs kan hieraan bijdragen.

Veel leerlingen hebben ondersteuning nodig bij maakonderwijs. Niet alle leerlingen zijn zomaar makers of zijn gewend om creatieve oplossingen te bedenken en te realiseren (Beghetto & Kaufman, 2014; van der Meij, 2015).

Maakonderwijs met ict lijkt een potentieel effectieve manier te zijn om ict-geletterdheid, gebundeld aan creativiteit en innovatief handelen, te ontwikkelen. Het biedt de mogelijkheid om actief aan de slag te gaan. Denk daarbij aan het gebruik van ict bij het zoeken en ordenen van informatie over te gebruiken materialen, toepassingen, programmacode en oplossingsrichtingen zijn voorbeelden van activiteiten binnen de informatievaardigheden. Het online samenwerken, het maken van digitale schetsen en 3D-modellen, het laten aansturen van 3D-printers of lasersnijders doen een beroep op instrumentele vaardigheden. Het procesmatig (her-)formuleren en opdelen van problemen, het verzamelen en filteren van data en het programmeren van componenten die onderdeel zijn van het prototype zijn voorbeelden waarbij een beroep gedaan wordt op computational thinking vaardigheden van leerlingen.

Transfer van vaardigheden van maakonderwijs met ict naar meer generieke ict-geletterdheid is geen vanzelfsprekendheid. Uit onderzoek zal moeten blijken of maakonderwijs met ict ook daadwerkelijk de beoogde bijdrage levert aan de eerder genoemde onderzoekende en innovatieve houding ten aanzien van ict en de ict-kennis en vaardigheden van leerlingen.

Het iXperium/CoE onderzoekt samen met leraren en opleiders maakonderwijs met ict door leerarrangementen te ontwerpen, uit te voeren en de opbrengsten bij leerlingen in kaart te brengen.

4. Programma maakonderwijs met ict

In de voorgaande hoofdstukken hebben we gekeken naar de vraag wat ict-geletterdheid is en naar de relatie met maakonderwijs met ict. In dit hoofdstuk gaan we in op de derde deelvraag van de programmaliijn ict-geletterdheid: “Wat betekent dit voor het opleiden, professionaliseren en ondersteunen van leraren?”. Wat betekent het voor leraren om maakonderwijs met ict te ontwerpen en uit te voeren? Hoe kunnen zij leerlingen daarbij begeleiden?

Een van de uitgangspunten van maakonderwijs met ict is het mogen maken van fouten en het leren omgaan met tegenslagen. In de opdrachten die binnen maakonderwijs met ict worden uitgevoerd, moet tijd en ruimte zijn om fouten te maken en daarvan te leren. Niet alle leerlingen zijn van nature maker, zij moeten deze competenties ontwikkelen. Een leraar moet in staat zijn om dit ontwikkelproces van een leerling te ondersteunen, de begin- en doelsituatie van een leerling vast te stellen, alsmede een route om het doel te bereiken. Daarbij is het niet voldoende om uitsluitend zelf kennis van ict of van maken te hebben. De leraar zal moeten beschikken over een visie op leren en lesgeven met ict, pedagogisch-didactische vaardigheden met ict, competenties om te leren en te innoveren én als rolmodel moeten kunnen optreden voor leerlingen (Uerz & Kral, 2014).

Onderzoek van het iXperium/CoE bij leraren in het po, vo, mbo en de lerarenopleiding (o.a. van Rens, Kral, Hölsgens, & Uerz, 2017b, 2017a) laat zien dat voor leraren en lerarenopleiders de vaardigheid om ict creatief te kunnen gebruiken, naast instrumentele vaardigheden, van belang is bij het inzetten van ict ten behoeve van gepersonaliseerd leren.

Uit de eerste fase van het NRO Onderzoeksproject maakonderwijs², dat in 2018-2020 uitgevoerd wordt, blijkt dat leraren zichzelf niet altijd bekwaam voelen als maker en/of om maakonderwijs te begeleiden. Leraren zijn niet gewend om te laten zien dat zij ook moeten leren. Ze vinden het niet altijd gemakkelijk om op de juiste momenten te schakelen tussen de rol van expert en begeleider (Gerstein, 2016). Het is voor leraren nog onduidelijk welke ondersteuning ze de verschillende leerlingen moeten bieden bij maakonderwijs en hoe ze maakonderwijs kunnen integreren in hun bestaande programma. Ze hebben behoefte aan concrete vakdidactische en pedagogische handreikingen en aan een koppeling aan de bestaande leerdoelen.

Het iXperium/CoE ondersteunt deze vragen door middel van:

1. Een fysieke ruimte (de iXspace) met als doel om leraren, lerarenopleiders en leraren in opleiding te enthousiasmeren voor maakonderwijs met ict en ze te stimuleren om uitdagend onderwijs te ontwerpen;
2. Designteams waarbij multidisciplinaire teams van leraren, een onderzoeker, procesbegeleider, lerarenopleider en deskundigen op het gebied van maakonderwijs met ict samenwerken aan het ontwikkelen van ict-rijke leerarrangementen voor maakonderwijs;
3. Praktijkgericht onderzoek op het gebied van maakonderwijs met ict;

² Zie ook de uitgebreide toelichting bij het onderzoeksproject in paragraaf 5.3 op pagina 18

4. Professionaliseringsactiviteiten voor leraren.

In het volgende hoofdstuk, hoofdstuk 5 worden een aantal voorbeelden van deze activiteiten beschreven, zonder dat daarbij getracht wordt uitputtend te zijn. Aan bod komen:

- De iXspace (paragraaf 5.1 op pagina 16)
- Het designteam Maakonderwijs van de Pieter Brueghelschool (paragraaf 5.2 op pagina 20)
- Het NRO Onderzoeksproject maakonderwijs (paragraaf 5.3 op pagina 20)
- Het iXspace 3D-print pionier project (paragraaf 5.4 op pagina 26)
- De Make I.T. Tuesday (paragraaf 5.5 op pagina 28)
- STEAM lesbrieven / activiteiten (paragraaf 5.6 op pagina 29)

De activiteiten rond maakonderwijs met ict richten zich op dit moment (2019) op het primair onderwijs binnen Arnhem en Nijmegen. Ook binnen andere samenwerkingsverbanden wordt gekeken naar het inrichten van een aparte iXspace binnen het iXperium ook daar te werken aan de combinatie van maakonderwijs en ict-geletterdheid. Daarmee zullen de activiteiten zich op termijn niet beperken tot het po, maar ook uitgebreid worden naar het vo, mbo en het hbo.

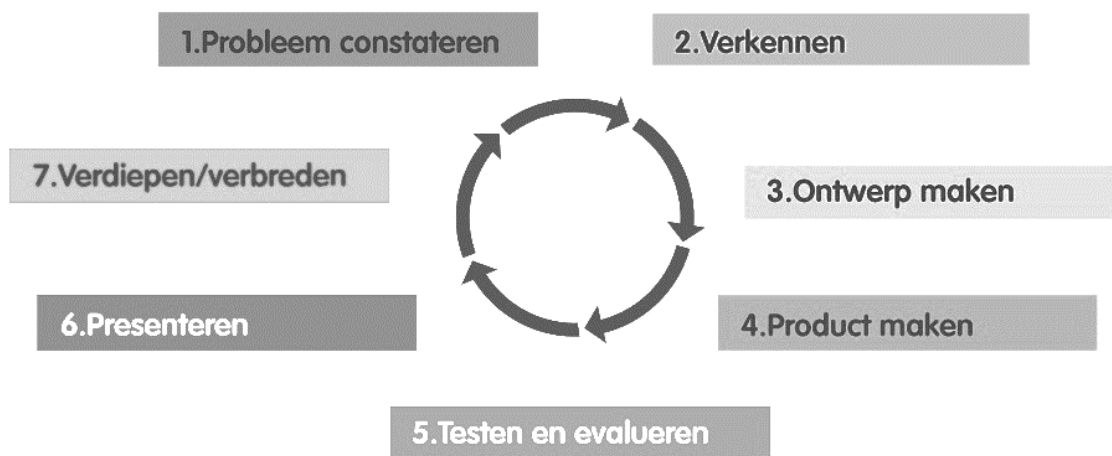
De focus van de activiteiten is ict-geletterdheid. Activiteiten richten zich niet op leerlingen als rechtstreekse doelgroep maar op leraren, lerarenopleiders, leraren in opleiding en leidinggevenden. Waar relevant in dit kader zal samengewerkt worden met andere consortia zoals de Maakalliantie en zal gekeken worden in hoeverre andere domeinen, zoals Wetenschap & Technologie (W&T) bij kunnen dragen aan het beantwoorden van de vragen die geformuleerd zijn.

5. Voorbeelden van praktijkgericht onderzoek en professionalisering

Hieronder wordt een aantal activiteiten en projecten beschreven in het kader van praktijkgericht onderzoek en professionalisering op het gebied van maakonderwijs met ict. Deze activiteiten en projecten krijgen vorm in een samenwerking tussen het onderwijs (scholen die aangesloten zijn bij het iXperium), de lerarenopleiding (HAN Pabo), mediamentoren van het iXperium, de specialist leren met ict, onderzoekers van het lectoraat leren met ict.

5.1. De iXspace

Binnen de iXspace staat onderzoekend en ontwerpend leren vanuit het constructionisme (Papert, 1980) centraal waarbij kennis incrementeel geconstrueerd wordt. Hierbij wordt de verbinding met het fysieke en het één worden met het object van onderzoek benadrukt. Bij de opstart van de iXspace in Arnhem in 2016 is de 7-stappen indeling van ontwerpend leren (Dalen & Schaik, 2014; van Graft & Kemmers, 2007) als uitgangspunt genomen. Zie ook de afbeelding van de cyclus hieronder.



7-stappen indeling van ontwerpend leren³

De 7-stappen indeling is een indeling van het maakproces die aansluit bij de werkwijze van zowel het SLO als van de HAN Pabo. Als onderdeel van het eerder genoemde NRO onderzoeksproject rond maakonderwijs, wordt aan de hand van praktijkgericht onderzoek bij vijf basisscholen gewerkt aan een bijgesteld model en stappenplan.

De ruimte van de iXspace wordt gebruikt voor professionaliseringsactiviteiten voor leraren. Dit kan zowel mét leerlingen als zonder leerlingen. Ook de HAN Pabo kan de ruimte gebruiken voor activiteiten rond maakonderwijs met ict als onderdeel van het eigen onderwijs aan leraren in

³ Bron afbeelding: <http://www.expeditionchemistry.nl/ontwerpend-leren/>

opleiding. Daarnaast kunnen leraren, lerarenopleiders en studenten van de HAN pabo, in de ruimte aan de slag gaan met eigen ontwerpen en onderzoeksvragen.

Voor het inrichten van een iXspace bestaat geen vast recept. Het gaat om meer dan het aanschaffen van een aantal apparaten (Hlubinka et al., 2013; Sanchez, 2016). Bij de iXspace zijn, net als bij het iXperium, de ondersteuning op maat tijdens het gebruik van de ruimte, en de ingeplande activiteiten van groot belang. Voor de iXspace is dit in 2016 vastgelegd in een aantal uitgangspunten:

- *Vrijheid van bewegen*; dit is een centraal uitgangspunt bij iXspace. Het betekent niet alleen de mogelijkheid om in en uit te lopen wanneer je maar wilt, maar ook de mogelijkheid om het lokaal in beweging te brengen. Hiertoe is ook het meubilair, zo veel mogelijk, gemakkelijk verplaatsbaar;
- *Open en beschikbaar*; de ruimte is beschikbaar als het iXperium open is. Het is mogelijk om de ruimte te reserveren, maar ook dan is er in principe gewoon “inloop” mogelijk;
- *Kosteloos gebruik*; zover mogelijk zijn materialen, gereedschappen, (kleine) componenten en gebruiksmaterialen kosteloos beschikbaar voor deelnemers; uitzonderingen hierop zijn duurdere elektronische componenten zoals bv Arduino’s, duurdere sensoren die tegen kostprijs beschikbaar gesteld worden of componenten die zo duur zijn dat ze alleen in bruikleen beschikbaar gesteld worden zoals bv de LEGO Mindstorm componenten of Microbits;
- *Didactisch gebruik van de ruimte / materialen staat centraal*; de iXspace is geen concurrent van een Fablab zoals dat ook in Arnhem beschikbaar is. De ruimte richt zich op leraren, lerarenopleiders en leraren in opleiding;
- *Mix van hulpmiddelen*; Een ruimte voor makeronderwijs is meer dan een aantal 3D-printers en lasersnijders. Dat geldt ook voor de iXspace. Hoewel er voorzien zal zijn in een ruime voorraad elektronica en ict componenten voor het maken, zijn er ook naaimachines, stoffen, papier, karton, scharen, verf, kortom alles wat kan helpen bij het tot stand brengen van de producten én het ondersteunen van het creatieve proces.
- *Leren door te doen*; Dit uitgangspunt heeft niet alleen betrekking op de leraren die met hun leerlingen in de iXspace komen, maar ook op de iXspace zelf: mediamentoren initiëren ook activiteiten waarbij zij zelf leren samen met de leraren⁴.

De wanden van de iXspace zijn waar mogelijk van glas of kunnen voorzien worden van tijdelijke posters, voorbeelden van (deel-)producten of resultaten van brainstormsessies.

⁴ Zie bijvoorbeeld het project van de iXspace 3D-print pioniers dat eerder in dit document beschreven wordt.



Glazen wand in iXspace Arnhem

De iXspace volgt qua gebruik in grote lijnen het iXperium. Hieronder wordt, ter illustratie, een aantal voorbeelden gegeven van gebruik van de iXspace. Bij alle voorbeelden worden fysieke producten geproduceerd waarin ict verwerkt zit of waarbij ict tijdens het ontwerpproces een (belangrijke) rol speelt.

- Een lerarenopleider van de HAN Pabo verstrekt een opdracht aan Pabo studenten waarbij de studenten middel van ontwerpnd leren een product ontwerpen voor een probleem. De studenten voeren de opdracht uit in de iXspace, daarbij ondersteund door zowel de lerarenopleider als door mediamentoren van het iXperium. Hier werken de Pabo studenten samen met studenten van Hogeschool Artez.
- Een groep leraren van een school voor primair onderwijs bezoekt de iXspace om gedurende een middag de 7 stappen van ontwerpnd leren te doorlopen en een product te ontwerpen. Voorafgaand aan het bezoek is met het iXperium overleg geweest over het onderwerp van de opdracht. Doel van het bezoek is om het maakonderwijs te ervaren en om na te denken over de wijze waarop de groep dit zelf binnen hun eigen school toe kunnen passen.
- Een leraar van een school voor primair onderwijs heeft een lesontwerp gemaakt volgens de zeven stappen van ontwerpnd leren; de leraar bezoekt met haar klas de iXspace voor het uitvoeren hiervan.
- Een designteam bestaande uit leraren van een school voor primair onderwijs, een lerarenopleider van de HAN pabo, een onderzoeker en een deskundige rond leren met ict werken in de iXspace aan een leerarrangement voor leerlingen van een vak waarbij ze de zeven stappen van ontwerpnd leren gebruiken.



Leerlingen aan het werk in de iXspace Arnhem

5.2. Designteam Maakonderwijs Pieter Brueghelschool

Naast deelname aan het NRO Onderzoeksproject maakonderwijs (zie paragraaf 0) is in oktober 2018 bij de Pieter Brueghelschool een breed designteam gestart rond maakonderwijs met ict. Het designteam bestaat uit leraren van de Pieter Brueghelschool, de schoolopleider, de directeur, een mediamentor van het iXperium, een lerarenopleider vanuit de HAN Pabo, een procesbegeleider en een onderzoeker vanuit het iXperium/CoE.

De praktijkvraag waar het designteam aan werkt is: Hoe kunnen leraren het FabLab (maaklokaal) van de school gebruiken? Hoe kan dit gebruik worden geïntegreerd in het onderwijs? Welke didactiek past hierbij?



5.3. NRO Onderzoeksproject maakonderwijs

In 2017 is door het iXperium/CoE, in samenwerking met de HAN Pabo en scholen vanuit CLC Arnhem⁵ met succes een aanvraag ingediend voor een door het NRO gefinancierd onderzoek waarbij leraren, lerarenopleiders, mediamentoren en onderzoekers samenwerken aan de vraag hoe maakonderwijs met ict binnen het primair onderwijs geïmplementeerd kan worden. Daarbij onderzoekt het project:

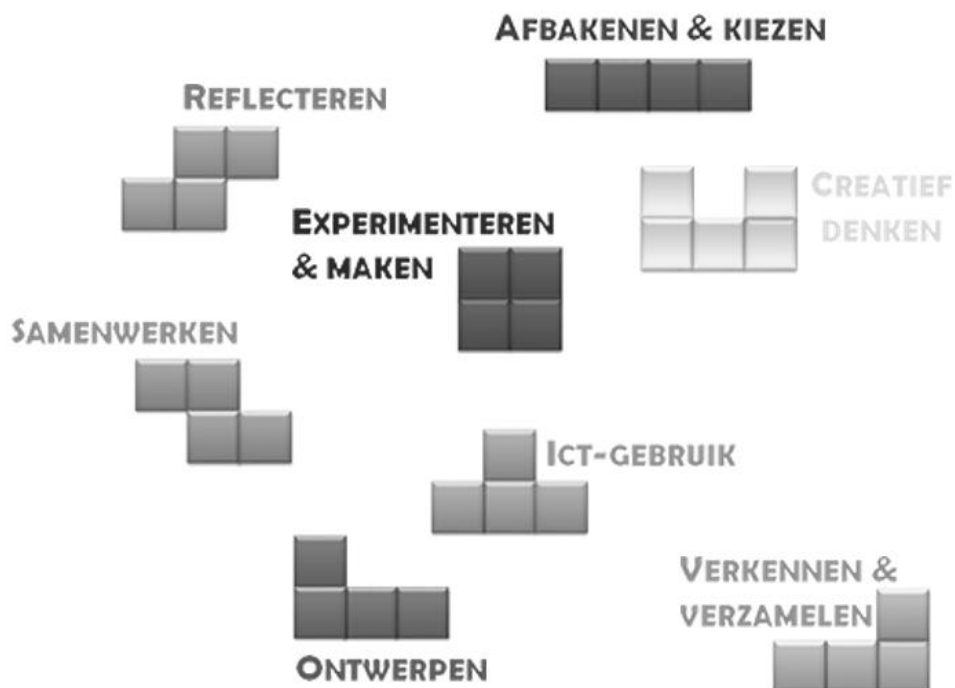
1. Welke vakdidactische en pedagogische principes daarbij horen;
2. Op welke competenties van leraren doet dit een beroep doet;
3. Welke ondersteuning ze daarbij nodig hebben.

De projectgroep heeft in fase 1 onderzocht hoe maakonderwijs op dit moment in Nederland wordt vormgegeven en geïmplementeerd. Tijdens de bezoeken aan een aantal maaklocaties is met de betrokkenen gesproken over de uitgangspunten, werkwijze, visie en methodiek. De bezochte maaklocaties hebben elk hun eigen insteek: volledig geïntegreerd in het onderwijs, als zelfstandige maakruimte buiten het onderwijs of zelfs bewust helemaal buiten alle reguliere instanties en regelgeving. Combinaties hiervan komen ook voor waarbij naast programma's in nauw overleg met het onderwijs ook zelfstandige ruimte wordt geboden aan (jonge) makers.

Uit de ervaringen van de bezoeken, gecombineerd met uitgangspunten van maakonderwijs in de bestudeerde literatuur (o.a. Halverson & Sheridan, 2014; Hlubinka et al., 2013; Klepper, Pereira, & Zayner, 2017; Roffey, Sverko, & Therien, 2016) is een aantal gemeenschappelijke (vak-)didactische aspecten afgeleid. Zo start maakonderwijs bij voorkeur met een voor de leerlingen relevante of door leerlingen zelf bedachte onderzoeksvraag of ontwerp-vraag. Leerlingen stellen die vraag lang niet altijd vanzelf maar moeten worden gestimuleerd om deze vraag te formuleren, een plan te maken en actie te ondernemen. Bij maakonderwijs krijgt leren vaak vorm doordat leerlingen dingen uitproberen en via deconstructie-constructie en prototyping de werking van dingen achterhalen. Dit leren gebeurt bij voorkeur samen met anderen, van anderen, aan anderen, zowel binnen als buiten de school. Van de begeleiders van maakonderwijs wordt verwacht dat zij zelf ook enthousiaste makers zijn, die op hun beurt ook blijven leren (ook van de leerlingen). Maakonderwijs vergt technische vaardigheden, zoals het kunnen bedienen van machines of kennis van materiaalbewerking. Deze technische vaardigheden moeten leerlingen leren zodra er behoefte aan is. Ict en digitale hulpmiddelen maken een integraal onderdeel uit van de hulpmiddelen die bij maakonderwijs gebruikt worden, denk hierbij bijvoorbeeld aan 3D-printers en programmeerbare onderdelen.

⁵ Ten tijde van het opstellen van de aanvraag was er nog geen iXspace Nijmegen en geen betrokkenheid vanuit Nijmegen. Na toekenning van de aanvraag zijn alsnog een po-school vanuit Nijmegen en een mediamentor vanuit het iXperium Nijmegen bij het project aangesloten.

Tijdens de tweede fase, die loopt tot medio 2020 ontwikkelen de leraren leerarrangementen rond maakonderwijs met ict. Deze leerarrangementen worden uitgevoerd, geëvalueerd, waar nodig aangepast en nogmaals uitgevoerd. Ze krijgen hierbij ondersteuning van mediamentoren en lerarenopleiders. Onderzoekers van het iXperium/CoE begeleiden het proces en voeren het onderzoek uit. Ten behoeve van de leerarrangementen is een conceptleerlijn opgesteld waarin competentiegebieden op het gebied van maakonderwijs met ict en de bijbehorende competenties van leerlingen beschreven zijn.



Competentiegebieden binnen de leerlijn Maakonderwijs met ict

Bovenstaande afbeelding geeft de competentiegebieden grafisch weer, hieronder worden ze kort toegelicht.

EXPERIMENTEREN & MAKEN



Een centraal competentiegebied in het maakonderwijs betreft het *experimenteren en maken*: het al experimenterend bouwen, knutselen of met behulp van ict vervaardigen van een onderdeel, product of prototype. Een leerling leert vaardigheden die hierbij nodig zijn, zoals het gebruik van materialen, gereedschappen en technologie.

Bij het maken speelt proberen en experimenteren een belangrijke rol: leerlingen leren dat je al uitproberend tot nieuwe inzichten kunt komen over de meest geschikte of handigste werkwijze. Leerlingen gaan beseffen dat alles in hun omgeving gemaakt is en dat ook zij de wereld kunnen verbeteren door te maken.



ONTWERPEN

Bij het *Ontwerpen* gaat het om het concretiseren van de verzamelde kennis en ideeën tot een ontwerp. Dit ontwerp kan ook een deelontwerp zijn, of een ontwerp voor een test of experiment. Leerlingen leren op basis van verzamelde kennis, ontwerpeisen en ideeën te komen tot een ontwerp, dat zij op een heldere manier weergeven in bijvoorbeeld een schets, 3D-weergave of presentatie. Bij het ontwerpen gaat het niet alleen om het ontwerp zelf, maar ook om de verantwoording hiervan: leerlingen moeten kunnen uitleggen waarom bepaalde ontwerpkeuzes worden gemaakt. Ook leren leerlingen een stappenplan of werkwijze te maken voor het uitwerken van het ontwerp.



CREATIEF DENKEN

Bij het *Creatief denken* gaat het om het buiten de kaders durven en kunnen denken om tot originele of verrassende oplossingen of ideeën te komen. Creatief denken is nodig om vanuit een analyse, beelden, en andere informatie naar nieuwe relevante ideeën te komen, om nieuwe verbindingen te leggen, het ondenkbare te denken. Daarvoor leren de leerlingen gebruik te maken van creatieve technieken. Het oplossen van problemen vereist niet alleen creatief denken over oplossingen, maar ook creatief denken over/tijdens het ontwikkelen, analyseren, combineren, evalueren en presenteren van de oplossingen. Creatief denken uit zich bijvoorbeeld in een originele, niet voor de hand liggende opzet, andersoortige presentatie of inventief materiaalgebruik. Creatief denken is nodig voor het leggen van nieuwe verbindingen, en het vertalen van kennis en inzichten naar andere contexten.

VERKENNEN & VERZAMELEN



Bij *verkennen en verzamelen* gaat het om het oplossen van een tekort aan informatie of vaardigheden. Verkennen gaat over inspiratie opdoen, rondkijken, grasduinen in een thema. Daarnaast gaat het om het verzamelen van informatie die nodig is om een probleem te kunnen oplossen. Het gaat hierbij zowel om achtergrondinformatie over het probleem, als om informatie die nodig is voor het uitwerken van het ontwerp tot een prototype (bijv. informatie over materialen en werkwijzen).

De leerlingen leren verschillende manieren om informatie te verzamelen, zoals het opzoeken van informatie op internet, het bevragen van experts of ervaringsdeskundigen, en uitvoeren van tests of experimenten om gegevens te verzamelen.

Leerlingen leren hoe zij zelf vaardigheden kunnen gaan verwerven door daarvoor informatie aan te boren: bijvoorbeeld door een workshop te volgen of met behulp van een instructievideo een activiteit uit te voeren.

De leerlingen leren kritisch te kijken naar de verworven informatie en dit te beoordelen op bruikbaarheid en betrouwbaarheid. Zij leren de verzamelde informatie te vergelijken en met elkaar te verbinden, en te koppelen aan het probleem waar zij mee aan de slag zijn. De leerlingen leren

orde te scheppen in de informatie waardoor zij erop terug kunnen grijpen. Zij leren de informatie te verwerken tot zinnige betekenisvolle pakketjes informatie.

AFBAKENEN & KIEZEN



Bij het *Afbakenen en kiezen* gaat het onder andere om definiëren, beargumenteren en concluderen. Leerlingen leren een probleem af te bakenen, hoofd- en bijzaken te onderscheiden en beargumenteerde keuzes maken op basis van verzamelde informatie. In het kader van het maakproces gaat het bijvoorbeeld om het expliciet maken van bijvoorbeeld de ontwerpvraag of de ontwerpeisen en het afwegen van verschillen ontwerpideeën.

REFLECTEREN



Bij *Reflecteren* gaat het om het evalueren van het proces en het product, maar ook om het reflecteren op het eigen leren en handelen en het groepsproces. Het reflecteren leidt tot meer verantwoordelijkheid nemen in het eigen leerproces, meer gevoel voor autonomie (ook in de samenwerking) en daardoor tot leren. Leerlingen leren kritisch te kijken naar en te reflecteren op de gemaakte keuzes en de werking van het product, onder andere door het prototype te testen. Hierbij leren ze conclusies en vervolgvragen te formuleren. Daarnaast leren leerlingen te reflecteren op hun eigen talenten en verbeterpunten, en op hun rol in de groep.

SAMENWERKEN



Samenwerken in de context van maakonderwijs met ict is gericht op communicatie en leren van en met elkaar. Leerlingen leren kennis en bevindingen met elkaar te delen, elkaar te helpen en feedback te geven en vragen, samen ideeën te bedenken en te onderhandelen over te maken keuzes. Het presenteren en beargumenteren van ideeën aan anderen valt hier ook onder. Daarnaast leren leerlingen taken te verdelen en afspraken met elkaar te maken.



ICT-GEBRUIK

Bij *ict-gebruik* gaat het om gebruik van technologie in het ontwerp- en maakproces. De leerling leert verschillende ict-toepassingen te gebruiken en hier keuzes in te maken. Het gaat hierbij bijvoorbeeld om het gebruik van ict bij het zoeken en ordenen van informatie (informatievaardigheden), het samenwerken, het maken van digitale schetsen en 3D-modellen, of het programmeren van 3D-printers of lasersnijders. Ook computational thinking valt onder ict-gebruik. Hierbij gaat het om het procesmatig (her-)formuleren en opdelen van problemen om ze met ict te kunnen oplossen. Het opdelen van complexe problemen in stukken en het gebruiken van ict in deze deelproblemen. Ook het filteren van gegevens of gegevens of het logisch organiseren en ordenen valt onder de noemer computational thinking. Programmeren is het

ultieme voorbeeld van computational thinking: gedacht kan worden aan het werken met programmeerbare onderdelen zoals chips of robots.

Het project zal de volgende producten opleveren:

- Een leerlijn Maakonderwijs met ict in het po (document).
- Een professionaliseringskader met activiteiten die leraren ondersteunen bij het ontwikkelen en uitvoeren van maakonderwijs. Hierin opgenomen is een beschrijving van de rol van de leraar in het leerproces van de leerlingen bij Maakonderwijs met ict en een beschrijving van de benodigde pedagogische en vakdidactische vaardigheden van de leraar.
- Beschrijving van vier leerarrangementen rond Maakonderwijs met ict inclusief bijbehorende lerarenhandleiding en materialen
- Een verzameling van minimaal 8 kennisclips waarbij leraren en experts uitleggen hoe Maakonderwijs met ict in het po kan worden uitgevoerd.
- Een inhoudelijke onderzoeksrapportage waarin op basis van de deelproducten antwoord wordt gegeven op de gestelde onderzoeksvragen.

5.4. iXspace 3D-print pioniers

In 2018 bracht een delegatie vanuit CLC Arnhem, het iXperium/CoE, de HAN Pabo, iXperium Nijmegen, de gemeente Arnhem en ArtEZ een bezoek aan Denemarken. Doel van het bezoek was om kennis en ervaringen op te doen met betrekking tot FABlabs en het maakonderwijs in Denemarken.



Sustainable development goals van de Verenigde Naties

Tijdens de reis bleek dat ook in Denemarken het introduceren en uitrollen van maakonderwijs niet vanzelf gaat. De samenwerking van de scholen in Denemarken met FABlab heeft een aantal voordelen. Zo maken ze gebruik van een aantal gemeenschappelijke uitgangspunten, zoals een gemeenschappelijke fasering en de koppeling van activiteiten aan “wicked problems” op basis van de sustainable development goals van de Verenigde Naties. Daarnaast blijken ze te werken met pioniers in elke school. Die pioniers worden vanuit FABlab ondersteund met scholing en een netwerk van mede-pioniers. Een van de activiteiten binnen die scholing is het zelf bouwen van een 3D-printer. Het idee daarachter is dat het de pioniers laat ervaren dat ze zelf in staat zijn zo’n (complex) apparaat te bouwen. Daarbij is het de verwachting dat de pionier dan ook zelf de printer kan onderhouden en het gebruik van het apparaat binnen de school zo beter geborgd wordt. Dit idee van het in zijn/haar kracht zetten van pioniers binnen scholen sloeg aan bij de groep uit Nederland en een kleine werkgroep heeft het idee uitgewerkt voor iXperium Nijmegen en Arnhem. In februari 2019 zijn veertien leraren van zeven po-scholen gestart met het samen bouwen van een eigen 3D-printer. Ze worden hierbij begeleid door mediamentoren die zelf ook het leerproces doorlopen van het bouwen van een 3D-printer. In het traject worden leraren, naast het sleutelen, begeleid in het verwerven van kennis over ontwerpen leren en maakonderwijs, het werken met 3D ontwerp software en het maken van lessen. Het is de bedoeling dat de groep daarna een permanente community vormt van Nederlandse pioniers op het gebied van maakonderwijs met ict.

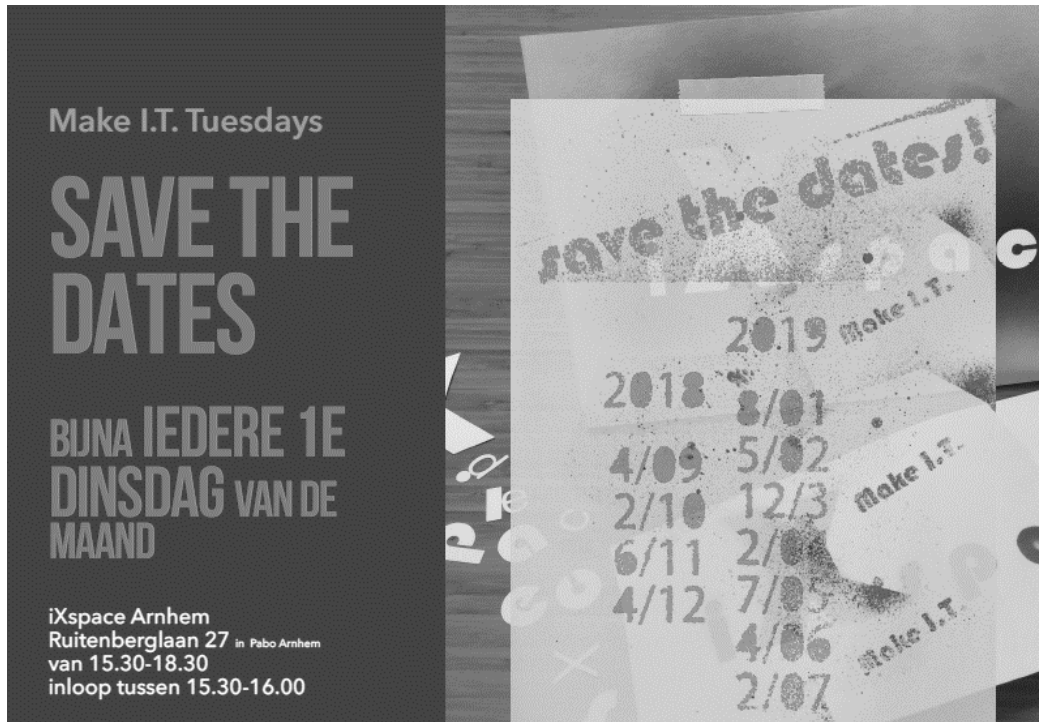


De pioniers en mediamentoren bij de start van het 3D-pionier project in Nijmegen.

Interessant bij deze activiteit is dat de mediamentoren in een vergelijkbare situatie werken als voor leraren bij maakonderwijs met ict vaak zal gelden: ze kunnen niet terugvallen op eigen ervaring bij het bouwen van deze printer. Daarbij geven ze zelf ook aan onzekerheid te ervaren bij het begeleiden van de leraren.

5.5. Make I.T. Tuesday

Een ander resultaat van de reis naar Denemarken is het opstarten van de “Make I.T. Tuesdays” in de iXspace van Arnhem. Elke eerste dinsdag van de maand (met enkele uitzonderingen vanwege vakanties) is er een vrije inloop van de iXspace van 15:30 – 18:30 uur.



Aankondiging en uitnodiging MAKE I.T. Tuesday in Arnhem

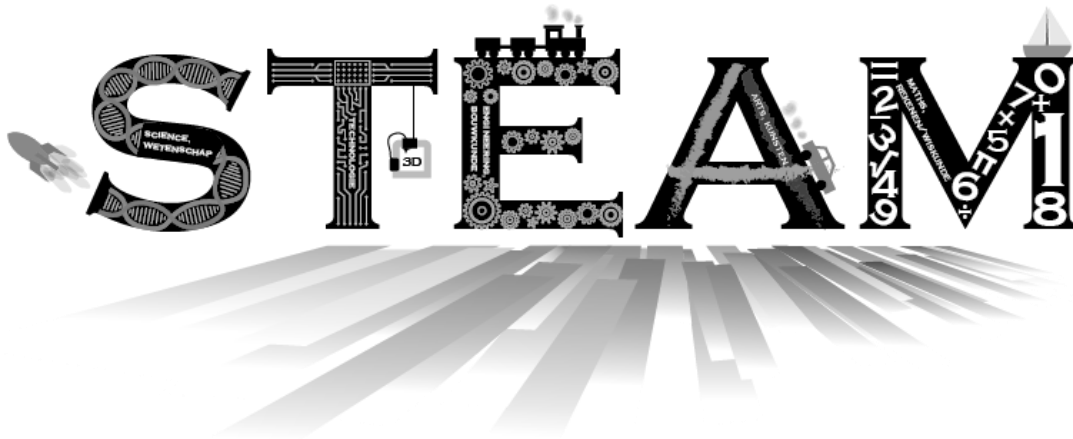
Geïnteresseerden kunnen dan in de iXspace terecht om aan projecten te werken. Vaak is er minimaal één onderwerp dat door iemand voorbereid is, zoals het werken met de snijplotter of met de microbit, maar iedereen is in principe vrij om aan eigen projecten te werken.

Het doel is om in een informele setting van elkaar te (kunnen) leren over maakonderwijs. Daarbij gaat het om praktische vaardigheden, maar ook het uitwisselen van ideeën en initiatieven. Het aantal deelnemers varieert en de samenstelling is heel divers: mediamentoren, leraren, onderzoekers, programmamanagers, docenten van de Pabo etc.

Interessant bij deze activiteit is de vraag of de bijeenkomsten drempelverlagend werken voor geïnteresseerden die anders niet met maakonderwijs met ict in aanraking gekomen zouden zijn en of de activiteiten leiden tot meer creatief gebruik van ict ook buiten de bijeenkomsten.

5.6. STEAM lesbrieven / activiteiten

In Nijmegen is door de mediamentoren van het iXperium in samenwerking met de HAN Pabo een tiental lesbrieven ontwikkeld waarmee leraren direct aan de slag kunnen met maakonderwijs met ict. Hierbij wordt gebruik gemaakt van de afkorting STEAM (Science, Technology, Engineering, Art, Math) die niet alleen de verwevenheid van de verschillende deelonderwerpen benoemt, maar daarbij ook kunst (Art) en creativiteit expliciet benoemt.



STEAM logo voor de activiteiten/lesbrieven van iXperium Nijmegen

De lesbrieven zijn voor het eerst ingezet tijdens de iXpiratiemiddag STEAM in april 2018 die aan de officiële opening van de iXspace in Nijmegen vooraf ging. De lesbrieven dienen als startpunt voor leraren bij het zelf ontwikkelen van lessen en als voorbeeld voor studenten binnen de HAN Pabo. Alle lesbrieven zijn online te vinden op <http://ixperiumplus.nl>

Een vraag bij deze lesbrieven is of ze bruikbaar zijn voor leraren die met maakonderwijs met ict aan de slag gaan, enerzijds om direct te gebruiken, anderzijds ter inspiratie voor het ontwikkelen van eigen lesbrieven.

6. Literatuur

- Beghetto, R. A., & Kaufman, J. C. (2014). Classroom contexts for creativity. *High Ability Studies*, 25(1), 53–69. <https://doi.org/10.1080/13598139.2014.905247>
- Blikstein, P., Kabayadondo, Z., Martin, A., & Fields, D. (2016). The Exploration and Fabrication Technology Index (EFTi): Assessment of unexplored technology and engineering literacies in makerspaces and educational FabLabs. *Journal of Engineering Education*.
- Bransford, J., Mosborg, S., Gowel, D., Phillips, R., & Vye, N. (2010). The Learning Sciences Tradition. In A. Hargreaves, A. Lieberman, M. Fullan, & D. Hopkins (Eds.), *Second International Handbook of Educational Change*. Springer.
- Bruner, J. (1966). *Toward a Theory of Instruction*. Harvard University Press. Retrieved from http://users.ugent.be/~mvalcke/WD_1314/bruner_cis.pdf
- Dalen, A. van, & Schaik, M. van. (2014). *Excellentiebevordering door middel van onderzoekend en ontwerpend leren*. Retrieved from http://www.schoolaanzet.nl/fileadmin/contentelementen/school_aan_zet/Opbrengsten_CfP_2013-2014/Lessenserie_Vergroot_je_kamer_DEF.pdf
- Dewey, J., & Simon, H. F. (1934). *Art as Experience*. Southern Illinois University Press.
- ECDL Foundation. (2015). De mythe van de “digital native”: Waarom jonge mensen hun digitale vaardigheden moeten ontwikkelen, 1–4. Retrieved from http://www.ecdl.nl/fileadmin/ECDL/NL/Documenten/White_paper_de_Mythe_van_Digital_Native__Position_Paper_NL.pdf
- Ennis, R. H. (2002). A Super-Streamlined Conception of Critical Thinking Robert. Retrieved from <http://faculty.education.illinois.edu/rhennis/SSConcCTApr3.html>
- Freire, P. (1972). *Pedagogie van de onderdrukten*. Baarn: Anthos.
- Gerstein, J. (2016). *Maker Education: Pedagogy, Andragogy, Heutagogy*. Retrieved from <https://usergeneratededucation.wordpress.com/2016/06/14/maker-education-pedagogy-andragogy-heutagogy/>
- Gorissen, P. (2017). *Referentiemodel Digitale Geletterdheid*. Nijmegen.
- Halverson, E. R., & Sheridan, K. (2014). The Maker Movement in Education. *Harvard Educational Review*, 84(4), 495–504. <https://doi.org/10.17763/haer.84.4.34j1g68140382063>
- Hlubinka, M., Dougherty, D., Thomas, P., Chang, S., Hoefler, S., Alexander, I., & Mcguire, D. (2013). *Makerspace Playbook*. Retrieved from <http://makered.org/wp-content/uploads/2014/09/Makerspace-Playbook-Feb-2013.pdf>
- Kennisnet. (2016). *Digitale geletterdheid in het onderwijs*. Retrieved from http://maken.wikiwijs.nl/73680/Digitale_geletterdheid_voor_bestuurders_en_schoolleiders#!page-1805374
- Klepper, J., Pereira, J., & Zayner, Z. (2017). *Maker Education. Effective Implementation in 21st Century Classrooms*.
- Kral, M., Loon, A.-M. van, Gorissen, P., & Uerz, D. (2019). *Leidinggeven aan onderwijsinnovatie met ict. Sturen op beweging*. PICA.
- Lave, J., & Wenger, E. (1991). *Situated Learning: Legitimate Peripheral Participation*. Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- Martinez, S. L., & Stager, G. (2013). *Invent to Learn*. Torrance, CA 90503: Construction Modern Knowledge Press. Retrieved from <https://inventtolearn.com/resources/>
- Mediawijzer.net. (2012). *10 Mediawijzheid Competenties*. Retrieved from http://www.mediawijzer.net/wp-content/uploads/Competenties_Model_.pdf

- Mishra, P. (2009). On beauty in banality. Retrieved from <http://www.punyamishra.com/2009/01/19/on-beauty-in-banality/>
- Papert, S. (1980). *Computers and computer cultures. Mindstorms: Children*. Retrieved from <http://isites.harvard.edu/fs/docs/icb.topic1437166.files/papert1980pp19-37.pdf>
- Papert, S., & Harel, I. (1991). Situating Constructionism. Retrieved from <http://namodemello.com.br/pdf/tendencias/situatingconstrutivism.pdf>
- Platform Onderwijs2032. (2016). *Ons onderwijs2032 Eindadvies*. Den Haag: Platform Onderwijs2032. Retrieved from <http://onsonderwijs2032.nl/wp-content/uploads/2016/01/Ons-Onderwijs2032-Eindadvies-januari-2016.pdf>
- Plucker, J. A., Beghetto, R. A., & Dow, G. T. (2004). Why Isn't Creativity More Important to Educational Psychologists? Potentials, Pitfalls, and Future Directions in Creativity Research. *Educational Psychologist*, 83–96.
- Poel, J. van der, Douma, I., Scheltenaar, K., & Bekker, T. (2016). *Maker Education - Theory and Practice in the Netherlands*. Retrieved from <http://waag.org/sites/waag/files/public/media/publicaties/pme-theory-and-practice.pdf>
- Prensky, M. (2001). Digital Immigrants, Digital Natives. *On the Horizon*, 9(5), 1–6. <https://doi.org/10.1108/10748120110424816>
- Roffey, T., Sverko, C., & Therien, J. (2016). *The Making of a Makerspace: Pedagogical and Physical Transformations of Teaching and Learning*. Retrieved from http://www.makerspaceforeducation.com/uploads/4/1/6/4/41640463/makerspace_for_education_curriculum_guide.pdf
- Sanchez, F. (2016). 6 things to consider before starting your makerspace. Retrieved from <http://blogs.mtlakes.org/nothingbutnet/2014/10/20/steps-to-designing-maker-spaces/>
- Thijs, A., Fisser, P., & Hoeven, M. van der. (2014). *21e eeuwse vaardigheden in het curriculum van het funderend onderwijs*. Retrieved from <http://downloads.slo.nl/Repository/21e-eeuwse-vaardigheden-in-het-curriculum-van-het-funderend-onderwijs.pdf>
- Troxler, P. (2016). *Niet alleen "omdat het kan."* Amsterdam. Retrieved from <https://waag.org/sites/waag/files/public/media/publicaties/pme-onderzoek-kennis-maker-education.pdf>
- Uerz, D., & Kral, M. (2014). De lerarenopleider als rolmodel voor leren en lesgeven met ICT: nog een weg te gaan. *Tijdschrift Voor Lerarenopleiders*, 35(4), 29–42. Retrieved from http://ixperium.nl/files/2015/03/De-lerarenopleider-als-rolmodel-voor-leren-en-lesgeven-met-ict_Themanummer-Velon.pdf
- van der Meij, A. (2015). Vier Maker Education Mythes ontkracht. Retrieved from <http://makered.nl/vier-maker-education-mythes-ontkracht/>
- van Graft, M., & Kemmers, P. (2007). Onderzoekend en Ontwerpend Leren bij Natuur en Techniek: Basisdocument over de didactiek voor onderzoekend en ontwerpend leren in het primair onderwijs.
- van Rens, C., Kral, M., Hölsgens, R., & Uerz, D. (2017a). *Leren en lesgeven met ict in het mbo: Gelderse MBO's. Stand van zaken schooljaar 2016/2017 - beginmeting*. Nijmegen.
- van Rens, C., Kral, M., Hölsgens, R., & Uerz, D. (2017b). *Leren en lesgeven met ict in het voortgezet onderwijs - Alliantie VO. Stand van zaken schooljaar 2016/2017 - vervolgmeting*. Nijmegen.
- Voogt, J., & Roblin, N. P. (2010). *21st Century Skill, Discussion Paper*. Retrieved from http://portal.ou.nl/documents/23372050/23372156/voogt_pareja+roblin_2010_21_st_century_skills__discussie_paperNL__def.pdf

- Vygotsky, L. (1978). *Mind in Society: Development of Higher Psychological Processes*. Harvard University Press. Retrieved from http://books.google.nl/books/about/MIND_IN_SOCIETY.html?hl=nl&id=u2PP6b0ddtoC
- Waag Society. (2014). *Petitie: maken moet weer terug in het onderwijs*. Retrieved from <http://waag.org/nl/nieuws/petitie-maken-moet-weer-terug-het-onderwijs>