

# Leerlijn maakonderwijs met ict in het po: uitgangspunten, competentiegebieden en leerdoelen

Nieske Coetsier (redactie)

mei 2020

## Colofon

Deze leerlijn is ontwikkeld in het kader van een subsidie van NRO voor maakonderwijs. Lerarenopleiders, leraren, mediamentoren en onderzoekers werkten samen aan de ontwikkeling van de leerlijn en de leerarrangementen voor maakonderwijs met ict. Naast dit document zijn er uitwerkingen van deze arrangementen beschikbaar. Daarnaast geeft het flankerend onderzoek naar de arrangementen zicht in de processen die een rol spelen bij het realiseren van maakonderwijs.

Dit document is tot stand gekomen in de samenwerking van de projectgroep NRO maakonderwijs

Ad Baggerman

Pierre Gorissen

Marjoke Bakker

Albien Hendriks

Nieske Coetsier (red.)

Maarten Hennekes

Angelique van Dijk

Jan Knuivers

Ron Does

Rianne Kooi

Simon Duijnstée

Pieter van Rooij

Stella Duindam

Desiree Stevens

Jacqueline Goedhart

Marino van der Zande

Deze publicatie is mede mogelijk gemaakt dankzij een subsidie verstrekt door het NRO



Naamsvermelding-NietCommercieel  
4.0 Internationaal (CC BY-NC 4.0)

## Inhoud

Leeswijzer .....	1
Werkwijze naar dit document .....	1
Maakbesef en maakvaardigheden .....	3
Maakbesef en maakvaardigheden 1/3 uitwerking .....	4
Maakbesef en maakvaardigheden 2/3 uitwerking .....	4
Maakbesef en maakvaardigheden 3/3 uitwerking .....	5
Inzet van ict.....	6
Inzet van ict 1/3.....	6
Inzet van ict 2/3.....	7
Inzet van ict 3/3.....	7
Wetenschap en techniek doelen (W&T) .....	8
W&T doelen 1/2.....	9
W&T doelen 2/2.....	9
Versterken van probleemoplossend vermogen .....	10
Versterken van probleemoplossend vermogen 1/2 .....	11
Versterken van probleemoplossend vermogen 2/2 .....	12
Samenwerken .....	13
Reflectie en inzichten in leren .....	14
Intrinsieke motivatie .....	16
Ontwikkeling van de leraar .....	17
Ontwerpeisen: tijd, groeperingsvormen, leeromgeving en toetsing .....	18
Tijd.....	18
Groeperingsvormen.....	18
Leeromgeving .....	18
Toetsing .....	19
Bijlage 1: De totstandkoming van de leerlijn maakonderwijs met ict in het po. ....	20
Inleiding .....	20
Samen ontwikkelen.....	20
Visie op maakonderwijs.....	21
Competenties voor maakonderwijs met ict .....	21
Ontwerpeisen .....	22
Bronnen .....	22
Bijlage 2: Uitgangspunten voor maakonderwijs met ict.....	23

Uitgangspunt 1: Maakbesef en maakvaardigheden.....	23
Uitgangspunt 2: Inzet van ict.....	23
Uitgangspunt 3: Wetenschap en techniekdoelen .....	23
Uitgangspunt 4: Versterken van probleemoplossend vermogen .....	24
Uitgangspunt 5: Samenwerken.....	24
Uitgangspunt 6: Reflectie en inzichten in leren.....	24
Uitgangspunt 7: Intrinsieke motivatie .....	24
Uitgangspunt 8: Ontwikkeling van de leraar .....	24
Bijlage 3: Competentiegebieden maakonderwijs met ict.....	26

## Leeswijzer

In dit document zijn de documenten uitgangspunten maakonderwijs met ict, de competentiegebieden en de leerdoelen voor maakonderwijs met ict en de ontwerpeisen met elkaar in lijn gebracht.

Het idee is dat met dit document het ontwerpen van het maakonderwijs wordt ondersteund: met uitgangspunten, competenties, leerdoelen en ontwerpeisen kan de focus op het ontwikkelen van de leerinhoud, leeractiviteiten en materialen worden gericht. Door de verbinding te leggen tussen de uitgangspunten en competenties wordt het ontwerpen ondersteund. De leraar kán afwijken van het kader, maar weet dan ook waarom en waarvan hij afwijkt. Hij kan daarin een beargumenteerde keuze maken.

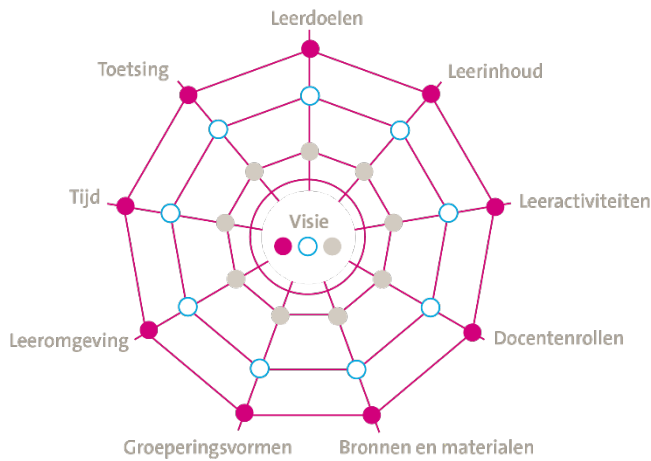
De totstandkoming van dit document is verantwoord in bijlage 1. De uitgangspunten voor maakonderwijs met ict en de competentiegebieden voor maakonderwijs met ict zijn eveneens als apart te lezen bijlagen toegevoegd (bijlage 2&3).

### Werkwijze naar dit document

Allereerst zijn bij elk uitgangspunt de bijpassende competenties toegevoegd. Hier en daar passen sommige onderliggende leerdoelen van de competentiegebieden beter bij een ander uitgangspunt en deze zijn daarom verplaatst. Schematisch ziet het er als volgt uit:

	Uitgangspunten	Competentiegebieden
1.	Maakbesef en maakvaardigheden	Experimenteren en maken Ontwerpen
2.	Inzet van ict	Ict-gebruik
3.	W&T doelen	Verkennen en verzamelen Afbakenen en kiezen
4.	Versterken van probleemoplossend vermogen	Creatief denken
5.	Samenwerken	Samenwerken
6.	Reflectie en inzichten in leren	Reflecteren
7.	Intrinsieke motivatie	Niet van toepassing
8.	Ontwikkeling van de leraar	Niet van toepassing

Vervolgens is bij elk uitgangspunt gekeken naar de andere ontwerpeisen zoals gecategoriseerd in het curriculaire spinnenweb.



Bron: <http://curriculumontwerp.slo.nl/spinnenweb>

Alle verzamelde ontwerpeisen zijn geordend in het curriculaire spinnenweb. De items op deze lange lijst kregen meer betekenis door ze aan de uitgangspunten te koppelen. Omdat deze exercitie achteraf plaatsvond, na het verzamelen van de ontwerpeisen, zijn de ontwerpeisen per uitgangspunt niet volledig. Onderstaande tabel laat zien wat er per spinnenweb-onderdeel aan ontwerpeisen is toegevoegd. Verder is een deel van de ontwerpeisen overkoepelend beschreven: groeperingsvormen, leeromgeving, tijd en toetsing.



De leerdoelen zijn voor alle acht uitgangspunt beschreven, en vervolgens zijn die ontwerpeisen toegevoegd die uit de werksessies met het projectteam kwamen.

		Per uitgangspunt	Overall
1	Leerdoelen	Overall opgenomen	
2	Leerinhoud	Soms beschreven ontwerpeisen	
3	Leeractiviteiten	Soms beschreven ontwerpeisen	
4	Rol leraar	Soms beschreven ontwerpeisen	
5	Bronnen en materialen	Soms beschreven ontwerpeisen	
6	Groeperingsvormen	Incidentele ontwerpeis	beschreven
7	Leeromgeving	Incidentele ontwerpeis	beschreven
8	Tijd	Incidentele ontwerpeis	beschreven
9	Toetsing	Incidentele ontwerpeis	beschreven

Voortschrijdende inzichten opgedaan tijdens het maken van dit document

- Er zit enige overlap tussen de uitgangspunten (en de competentiegebieden). Dit is op zich geen probleem.
- Niet alle uitgangspunten van maakonderwijs met ict vragen om leerdoelen: het gaat dan om intrinsieke motivatie en ontwikkeling van de leraar.
- Het destilleren van de leerdoelen bij de uitgangspunten samen met de competenties leidt tot een aanvulling van leerdoelen op de competenties.

## Maakbesef en maakvaardigheden

<p>Gehele uitgangspunt</p>	<p>Maakonderwijs met ict leidt bij leerlingen tot het besef dat zij de wereld kunnen verbeteren. Door nieuwe dingen te bedenken en te realiseren maken ze de wereld een beetje mooier als uitvinder of wereldverbeteraar. Maakonderwijs met ict maakt leerlingen bewust van het feit dat álles gemaakt is. Zij krijgen inzicht in wat er allemaal nodig is om iets te maken (materialen, kennis, tijd), hoe technieken werken en hoe je materialen kunt inzetten. Verfijning van de technische vaardigheden wordt bij voorkeur aangeleerd op het moment dat deze nodig is, maakonderwijs met ict zorgt wél dat leerlingen kennismaken met diverse soorten hand- en ict-vaardigheden die in het maakonderwijs kunnen worden ingezet. In maakonderwijs met ict maken leerlingen met hoofd, hart en handen.</p> <p>De constructionistische werkwijze leidt tot context gebonden en betekenisvol leren. Het abstract ontwerpen en het concreet uitvoeren is steeds in wisselwerking met elkaar: uitproberen in praktische zin en verwerken naar bijvoorbeeld een presentatie, procesbeschrijving of verantwoording. Naast ‘doelgericht’ uitproberen en tinkering is ‘het aanklooiën met materialen en technieken’ onderdeel van maakonderwijs met ict. Door wat minder doelgericht materialen en technieken te verkennen, creëert maakonderwijs met ict nieuwe oplossingsrichtingen voor de leerling.</p>
<p>Competentie experimenteren en maken</p>	<p><b>EXPERIMENTEREN &amp; MAKEN</b>  Een centraal competentiegebied in het maakonderwijs met ict is het <i>experimenteren en maken</i>: 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.</p>
<p>Competentie ontwerpen</p>	<p> <b>ONTWERPEN</b> Bij het <i>Ontwerpen</i> 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 ze bepaalde ontwerpkeuzes hebben gemaakt. Ook leren leerlingen een stappenplan of werkwijze te maken voor het uitwerken van het ontwerp.</p>

### Maakbesef en maakvaardigheden 1/3 uitwerking

Deel 1	Maakonderwijs met ict leidt bij leerlingen tot het besef dat zij de wereld kunnen verbeteren. Door nieuwe dingen te bedenken en te realiseren maken ze de wereld een beetje mooier als uitvinder of wereldverbeteraar. Maakonderwijs met ict maakt leerlingen bewust van het feit dat <u>alles</u> gemaakt is.
<b>Leerdoelen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• De leerling beseft dat alles in haar omgeving gemaakt is en dat zij ook de wereld kan verbeteren door te maken.</li> <li>• De leerling herkent in zijn omgeving het productieproces van producten.</li> </ul>
<b>Leerinhoud</b>	De leerling wordt met een scala aan uiteenlopende voorbeelden van gemaakte dingen (massaproductie, handwerken, maatwerk en specialisme) geconfronteerd.

### Maakbesef en maakvaardigheden 2/3 uitwerking


Deel 2	Maakonderwijs met ict draagt ertoe bij dat leerlingen inzicht krijgen in wat er allemaal nodig is om iets te maken (materialen, kennis, tijd), hoe technieken werken en hoe je materialen kunt inzetten. Verfijning van de technische vaardigheden worden bij voorkeur aangeleerd op het moment dat deze nodig zijn, maakonderwijs met ict zorgt wél dat leerlingen kennismaken met diverse soorten hand- en ict-vaardigheden die in het maakonderwijs met ict kunnen worden ingezet.
<b>Leerdoelen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• De leerling kan een (digitaal, fysiek) ontwerp maken van een concept.</li> <li>• De leerling kan vaststellen welke materialen/middelen nodig zijn voor het prototype en de experimenten.</li> <li>• De leerling kan een stappenplan maken en uitvoeren voor het uitwerken van een ontwerp.</li> </ul>
<b>Leerinhoud</b>	De leerling maakt hands-on kennis met diverse soorten technische- en ict-vaardigheden die hij in kan zetten tijdens het maakonderwijs. Aan de hand van een 'maakaanpak' dat als een recept dient voor een specifieke maaktechniek (met name de complexe/gevaarlijke technieken), kijkt de leerling wat hij al weet, wat hij nog niet weet, wat hij nog nodig heeft, hoe hij ict daarbij kan inzetten en wie hij kan raadplegen. De leerling maakt als het ware een voorzet voor een aanpak/recept voordat hij begint en vraagt hierop feedback. Bij het kennismaken met een techniek moet de leerling al experimenterend kunnen ontdekken (aanrromelen) én een directe instructie kunnen volgen.



Maakbesef en maakvaardigheden 3/3 uitwerking

Deel 3	<p>In maakonderwijs met ict maken leerlingen met hoofd, hart en handen. De constructionistische werkwijze leidt tot contextgebonden en betekenisvol leren. Het abstract ontwerpen en het concreet uitvoeren is steeds in wisselwerking met elkaar: uitproberen in praktische zin en verwerken naar bijvoorbeeld een presentatie, procesbeschrijving of verantwoording. Naast ‘doelgericht’ uitproberen en tinkering is ‘het aanklooien met materialen en technieken’ onderdeel van maakonderwijs met ict. Door wat minder doelgericht materialen en technieken te verkennen creëert maakonderwijs met ict nieuwe oplossingsrichtingen voor de leerling.</p>
<b>Leerdoelen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• De leerling kan prototypen bouwen die aan de vooraf opgestelde ontwerpeisen voldoen en waarmee (deel)aspecten van het ontwerp getest kunnen worden.</li> <li>• De leerling kan door middel van (deel)experimenten eigenschappen/functionaliteiten van materialen, gereedschappen en technologie achterhalen en op basis daarvan verbetervoorstellen doorvoeren.</li> <li>• De leerling kan vaststellen welke informatie hij wil achterhalen bij het experimenteren met het prototype en onder welke condities deze informatie moet worden verzameld.</li> <li>• De leerling kan benodigde technieken eigen maken en toepassen.</li> <li>• De leerling kan een prototype herontwerpen op basis van uitkomsten van experimenten met het prototype en de wijzigingen benoemen.</li> </ul>
<b>Leerinhoud</b>	<p>De leerling krijgt de mogelijkheid om verschillende materialen, gereedschappen en technieken uit te proberen. De leerling kan hiermee experimenteren om zo te bedenken wat hij nodig heeft om dit gericht in te zetten en doet zo kennis op over technologie, maakvaardigheden en technieken. Betekenisvol leren, (ontwerp)vragen vanuit de leerling maken het (meer) betekenisvol voor de leerling, maakt het leren leuk en motiveert leerlingen intrinsiek.</p>

## Inzet van ict

Gehele uitgangspunt	In maakonderwijs met ict bedenken en maken leerlingen hedendaagse oplossingen voor hedendaagse problemen. De leerlingen maken oplossingen met ict en gebruiken voor het maken en ontwerpen eigentijdse toepassingen en materialen. Het gebruik van ict in het proces en het product zorgt ervoor dat de leerlingen zich ontwikkelen op het gebied van de 21 <sup>ste</sup> eeuwse vaardigheden en computational thinking. De leerlingen maken in maakonderwijs met ict kennis met nieuwe ict-technieken en toepassingen, bijvoorbeeld digitale fabricage. De ict-inzet in het proces en product is bij voorkeur grensverleggend en toekomstgericht. Tevens leren de leerlingen dat zij zich specifieke ict-vaardigheden (snel) eigen kunnen maken en hoe zij dat kunnen doen.
Competentie ict-gebruik	 <p>Bij <i>ict-gebruik</i> gaat het om het gebruik van technologie in het ontwerp- en maakproces. Leerlingen leren 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 het logisch organiseren en ordenen van gegevens 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.</p>

### Inzet van ict 1/3

Deel 1 uitgangspunt	In maakonderwijs met ict bedenken en maken leerlingen hedendaagse oplossingen voor hedendaagse problemen. De leerlingen maken oplossingen met ict en gebruiken voor het maken en ontwerpen eigentijdse toepassingen en materialen. Het gebruik van ict in het proces en het product zorgt ervoor dat de leerlingen zich ontwikkelen op het gebied van de 21 <sup>ste</sup> eeuwse vaardigheden en computational thinking.
<b>Leerdoelen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• De leerling kan oplossingen met ict gebruiken voor het maken.</li> <li>• De leerling kan technologie inzetten als middel om informatie te onderzoeken, organiseren, evalueren, communiceren en presenteren.</li> </ul>
<b>Leerinhoud</b>	Ict is steeds integraal onderdeel van het verkennen, maken en overleggen. Leerlingen worden geprikkeld en geïnspireerd om ict te gebruiken in de oplossingsrichting. Door hen met een breed scala van bruikbare ict-toepassingen in aanraking te laten komen, zijn zij in staat te bedenken hoe ict bij kan dragen aan de oplossing van het probleem.

Inzet van ict 2/3

<b>Deel 2</b> uitgangspunt	De leerlingen maken in maakonderwijs met ict kennis met nieuwe ict-technieken en toepassingen, bijvoorbeeld digitale fabricage. De ict-inzet in het proces en product is bij voorkeur grensverleggend en toekomstgericht.
<b>Leerdoelen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• De leerling is op de hoogte van nieuwe ict-technieken, bijvoorbeeld digitale fabricage.</li> <li>• De leerling kan technologie inzetten bij het ontwerpen en/of het realiseren (van prototypes) van ontwerpen.</li> <li>• De leerling kan problemen of uitdagingen herformuleren zodat ze met computertechnologie op te lossen zijn.</li> </ul>
<b>Leerinhoud</b>	De leerlingen maken kennis met de nieuwste ict-toepassingen en digitale fabricage. Hoewel hij misschien geen praktische toegang heeft tot deze toepassingen geeft het wel de mogelijkheid om deze toepassingen in het prototype tot uitdrukking te laten komen. Bijvoorbeeld: mogelijkheden tot gezichtsherkenning zijn niet voor de leerling toegankelijk maar bestaan wel. Dat gegeven kunnen zij verwerken in hun prototype. Dat geldt ook voor nieuwe materialen of productieprocessen.

Inzet van ict 3/3

<b>Deel 3</b> uitgangspunt	De leerlingen leren dat zij zich specifieke ict-vaardigheden (snel) eigen kunnen maken en hoe zij dat kunnen doen.
<b>Leerdoelen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• De leerling is in staat een leerstrategie in te zetten om zich ict-vaardigheden snel eigen te maken.</li> <li>• De leerling kent meerdere leerstrategieën/leeractiviteiten om zich ict-vaardigheden snel eigen te maken.</li> <li>• De leerling kan de benodigde hulpvragen stellen om zichzelf nieuwe technologie eigen te maken.</li> </ul>
<b>Leerinhoud</b>	<p>Leerlingen ontwikkelen ict-vaardigheden voor specifieke toepassingen. Deze toepassingen kunnen door de leerlingen aangedragen worden, maar ook door de leraar wanneer de leerlingen hier zelf niet op komen. Ditzelfde geldt voor het leren inzetten van leerstrategieën om ict-vaardigheden snel eigen te maken. De leraar kan dit doen door de leerstrategieën expliciet te maken. Bijvoorbeeld met voorbeelden van zijn eigen proces, of de leraar laat de leerlingen zien wat de mogelijkheden zijn. Leerlingen kunnen hierin ook van elkaar leren. Peer teaching/tutoring kan hieraan bijdragen.</p> <p>Bij leerstrategieën gaat het onder andere om het kunnen vinden van en raadplegen van bruikbare bronnen zoals websites, instructievideo's of online voorbeelden. Verder gaat het er ook om dat leerlingen kunnen inschatten hoeveel tijd het kost om de specifieke materialen tot zich te nemen en welke keuzes ze daarin kunnen maken.</p>

## Wetenschap en techniek doelen (W&T)

<p>Gehele uitgangspunt</p>	<p>Wetenschap en technologie doelen krijgen een plek in maakonderwijs met ict wanneer deze de doelen van het maakonderwijs versterken. Onder de wetenschap en technologie doelen verstaan we doelen met betrekking tot onderzoeken, ontwerpen en begrip van en omgang met technologie en techniek (zie <a href="https://slo.nl/thema/meer/wetenschap/">https://slo.nl/thema/meer/wetenschap/</a>). Onderzoeken en ontwerpen zijn continu in wisselwerking met elkaar, waardoor houdingen, kennis en vaardigheden in samenhang worden ontwikkeld. In maakonderwijs met ict verkennen en formuleren de leerlingen een probleem, vraagstelling of idee. Vervolgens bakenen zij hun ontwerp vraag af. Daarna onderzoeken zij oplossingen en komen ze tot een set ontwerp eisen.</p> <p>De ontwerp eisen vormen de basis om tot een onderbouwd ontwerp te komen. Dit ontwerp kunnen ze uitwerken tot een (werkend) prototype.</p> <p>De ontwerp eisen en het probleem zijn de basis om naar terug te kijken in de evaluatie en het testen en evalueren van het prototype. Technologie en technieken komen in het maakonderwijs met ict aan bod, doordat leerlingen deze kennis en vaardigheden nodig hebben om te komen tot een ontwerp en dit uit te werken tot een (werkend) prototype.</p>
<p>Competentie verkennen en verzamelen</p>	<div style="display: flex; align-items: flex-start;"> <div style="margin-right: 10px;"> <p><b>VERKENNEN &amp; VERZAMELEN</b></p>  </div> <div> <p>Bij <i>verkennen en verzamelen</i> gaat het om het oplossen van een informatie of vaardigheden tekort. Verkennen gaat over inspiratie opdoen, rondkijken, grasduinen in een thema. Daarnaast gaat het om het verzamelen van informatie die nodig is om een probleem op te kunnen oplossen. Het gaat hierbij zowel om achtergrondinformatie over het probleem, als om informatie die nodig is voor het uitwerken van de oplossing in een ontwerp. Bijvoorbeeld informatie over materialen en werkwijzen, technologie en techniek.</p> <p>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 testen of experimenten om gegevens te verzamelen.</p> <p>Leerlingen leren ook 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.</p> <p>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 waarmee zij 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.</p> </div> </div>
<p>Afbakenen en kiezen</p>	<div style="display: flex; align-items: flex-start;"> <div style="margin-right: 10px;"> <p><b>AFBAKENEN &amp; KIEZEN</b></p>  </div> <div> <p>Bij het <i>Afbakenen en kiezen</i> gaat het onder andere om definiëren, beargumenteren en concluderen. Leerlingen leren een probleem af te bakenen, hoofd- en bijzaken te onderscheiden en beargumenteerde keuzes te maken op basis van de verzamelde informatie. In het kader van het maakproces gaat het bijvoorbeeld om het expliciet maken van de ontwerp vraag of de ontwerp eisen en het afwegen van verschillen ontwerp ideeën.</p> </div> </div>


W&T doelen 1/2

Deel 1 uitgangspunt	Onderzoeken en ontwerpen zijn continu in wisselwerking met elkaar, waardoor houdingen, kennis en vaardigheden in samenhang worden ontwikkeld. In maakonderwijs met ict verkennen en formuleren de leerlingen een probleem, vraagstelling of idee. Vervolgens bakenen zij hun ontwerp vraag af. Daarna onderzoeken zij oplossingen en komen ze tot een set ontwerpeisen.
<b>Leerdoelen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• De leerling kan bronnen raadplegen, beeldmateriaal verzamelen, ordenen en delen rond een probleem, vraagstelling of idee.</li> <li>• De leerling kan een probleem, vraagstelling of idee afbakenen tot een of meerdere ontwerp vragen.</li> <li>• De leerling kan op basis van de verzamelde informatie een beargumenteerde keuze maken voor één of enkele uit te werken ontwerp vragen.</li> <li>• De leerling kan ontwerpeisen uitwerken en verantwoorden op basis van activiteiten, experimenten en onderzoeken.</li> <li>• De leerling kan op basis van de verzamelde informatie eisen en criteria opstellen waaraan een ontwerp moet voldoen (ontwerpeisen).</li> </ul>
<b>Leerinhoud</b>	Het enerzijds verzamelen van informatie en het anderzijds vertalen naar eisen, criteria, onderzoeksvragen is ingewikkeld. Presenteren in korte pitches of pecha-kucha's dwingt leerlingen om te kiezen. Vervolgens kan de leraar met de leerlingen reflecteren op de gemaakte keuzes. Verder kan de leraar de leerlingen prikkelen verder na te denken over de werking van hun ontwerp en de onderbouwing van de te maken keuzes door regelmatig open vragen te stellen.

W&T doelen 2/2

Deel 2 uitgangspunt	De ontwerpeisen vormen de basis om tot een onderbouwd ontwerp te komen. Dit ontwerp kunnen ze uitwerken tot een (werkend) prototype. De ontwerpeisen en het probleem zijn de basis om naar terug te kijken in de evaluatie en het testen en evalueren van het prototype. Technologie en technieken komen in het maakonderwijs met ict aan bod, doordat leerlingen deze kennis en vaardigheden nodig hebben om te komen tot een ontwerp en dit uit te werken tot een (werkend) prototype.
<b>Leerdoelen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• De leerling kan meerdere uitkomsten, ervaringen, waarnemingen en ontdekkingen verzamelen en analyseren.</li> <li>• De leerling kan ervaringen, kennis en meningen van experts, ervaringsdeskundigen en gebruikers inventariseren.</li> <li>• De leerling kan een ontwerp door middel van een (werkend) prototype testen en evalueren.</li> <li>• De leerling kan hypothesen opstellen over wat er gebeurt bij het uittesten van een (werkend) prototype.</li> </ul>
<b>Leerinhoud</b>	De stap van ontwerpeisen naar een ontwerp is een lastige. De kunst is om een ontwerp te maken dat aan de opgestelde eisen en criteria voldoet. De uitwerking hiervan vraagt tijd en ruimte. De leraar kan coachen in deze vertaling door regelmatig open vragen te stellen over hoe een ontwerpeis in het ontwerp gerealiseerd wordt. Deelontwerpen kunnen bijdragen aan het komen tot een werkend prototype, omdat de leerling hierin verschillende werkzame aspecten uit kan proberen.

## Versterken van probleemoplossend vermogen

<p>Gehele uitgangspunt</p>	<p>Maakonderwijs met ict daagt leerlingen uit om dingen te ontwerpen om daarmee een probleem of vraag op te lossen. Het vraagt de leerlingen om actief en creatief te denken en draagt daarmee bij aan het ontwikkelen van probleemoplossend vermogen.</p> <p>Maakonderwijs met ict stimuleert creativiteit: de leerlingen realiseren een prototype en komen gedurende het maakproces steeds in situaties waarbij er niet een vaste oplossing blijkt te zijn. Elke verstoring daagt uit tot creatief denken. Het daagt de leerlingen uit om (anders) te denken aangezien er geen gewenst of een goed antwoord bestaat. Het is erop gericht om de leerlingen te verplaatsen in nieuwe situaties, contexten en problemen om van te leren.</p> <p>Maakonderwijs met ict begint meestal met het afbakenen van een onderzoeksvraag en/of ontwerpvraag. Dit passend bij een (bestaand) probleem of eigen ideeën die relevant zijn in de belevingswereld van de leerlingen. Leerlingen stellen vragen niet altijd automatisch en moeten worden aangemoedigd om vragen te formuleren, een plan te maken en actie te ondernemen.</p>
<p>Competentie creatief denken</p>	<div data-bbox="443 887 671 965" style="display: inline-block; vertical-align: middle;">  </div> <p>Bij het <i>Creatief denken</i> 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. Dit om nieuwe verbindingen te leggen en 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.</p>

Versterken van probleemoplossend vermogen 1/2

Deel 1	<p>Maakonderwijs met ict daagt leerlingen uit om dingen te ontwerpen om daarmee een probleem of vraag op te lossen. Het vraagt de leerlingen om actief en creatief te denken en draagt daarmee bij aan het ontwikkelen van probleemoplossend vermogen.</p> <p>Maakonderwijs met ict stimuleert creativiteit: de leerlingen realiseren een prototype en komen gedurende het maakproces steeds in situaties waarbij er niet een vaste oplossing blijkt te zijn. Elke verstoring daagt uit tot creatief denken. Het daagt de leerlingen uit om (anders) te denken aangezien er geen gewenst of een goed antwoord bestaat. Het is erop gericht om de leerlingen te verplaatsen in nieuwe situaties, contexten en problemen om van te leren.</p>
<b>Leerdoelen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• De leerling kan de uitdaging aangaan om iets te ontwerpen.</li> <li>• De leerling kan bij een probleem of idee meerdere manieren bedenken om dit beter te kunnen begrijpen en uit te werken.</li> <li>• De leerling kan meerdere ideeën bespreken, op hun waarde beoordelen en keuzes maken voor verdere uitwerking.</li> <li>• De leerling kan gebruik maken van creatieve technieken zoals brainstormen of het maken van een mindmap.</li> <li>• De leerling kan een veelheid aan out-of-the-box ideeën bedenken en kan daarbij tijdelijk ontwerpeisen buiten beschouwing laten ten gunste van het creatieve proces.</li> <li>• De leerling is in staat in een context te werken waarin het goede of gewenste antwoord niet bestaat.</li> </ul>
<b>Leerinhoud</b>	<p>Bij het <i>Creatief denken</i> gaat het om het buiten de kaders durven en kunnen denken om tot originele of verrassende oplossingen of ideeën te komen. Soms moet de leraar hiervoor een interventie doen om de leerlingen te helpen kaders los te laten en ruimte te maken om tot die verrassende of originele oplossingen/ideeën te komen. Leerlingen generen zoveel mogelijk ideeën en bespreken deze met elkaar. Verder leren ze omgaan met tegenslagen.</p> <p>De leraar houdt steeds in de gaten dat het proces van probleemoplossing de boventoon voert, en niet het perfectioneren van het prototype. De leraar is zich ervan bewust dat het doel om tot creatieve, originele, verrassende ideeën/oplossingen te komen soms druk legt op de leerlingen. De leerlingen kunnen verlamd raken doordat de gewone/voor de hand liggende oplossingen niet genoeg lijken. Om creativiteit te stimuleren, kan de leraar gebruik maken van verschillende werkvormen die divergent en/of convergent denken stimuleren. Dit kan bijvoorbeeld met opdrachten gericht op “door gebruik te maken van...”. Verder kan de leraar ook de creativiteit en inventiviteit stimuleren door beperkingen op te leggen in bijvoorbeeld materiaalgebruik, of juist door eisen te stellen aan het materiaalgebruik. Bijvoorbeeld het opnemen van een sensor in het ontwerp. De leraar geeft regelmatig aan dat het gewenste of beste prototype niet bestaat. Meerdere oplossingen zijn mogelijk, en op elk ontwerp is wel wat af te dingen. Het gaat om de argumenten bij het ontwerp en het onderbouwen van de gemaakte keuzes.</p>

## Versterken van probleemoplossend vermogen 2/2

Deel 2	Maakonderwijs met ict begint meestal met het afbakenen van een onderzoeksvraag en/of ontwerpvrage. Leerlingen stellen vragen niet altijd automatisch en moeten worden aangemoedigd om vragen te formuleren, een plan te maken en actie te ondernemen.
<b>Leerdoelen</b>	De leerdoelen die hierbij passen, komen ook terug in de W&T doelen en zijn daarom eerder al beschreven. Het gaat hier bijvoorbeeld om: <ul style="list-style-type: none"> <li>• De leerling kan ontwerpeisen uitwerken en verantwoorden op basis van activiteiten, experimenten en onderzoeken.</li> </ul>
<b>Leerinhoud</b>	Dit deel van dit uitgangspunt heeft voornamelijk betrekking op het handelen van de leraar. De leraar ondersteunt de leerlingen en moedigt hen aan om probleemoplossend aan de slag te gaan.



## Samenwerken

Gehele uitgangspunt	In maakonderwijs met ict leren leerlingen van en met elkaar. Ze leren verschillen zien tussen leerlingen en met die verschillen om te gaan en/of te waarderen. Omdat het maakproces vele facetten kent, kan iedereen meedoen en daarmee kan maakwerk ‘inclusief’ vormgegeven worden. Er kan binnen groepjes worden gedifferentieerd op bijvoorbeeld taken, rollen of talenten. Het leidt tot het besef bij kinderen dat je samen meer bereikt dan alleen: collectieve intelligentie. Samen kom je verder dan alleen, zowel binnen als buiten de grenzen van de school.
Competentie samenwerken	<p><b>SAMENWERKEN</b></p>  <p><i>Samenwerken</i> in de context van maakonderwijs met ict is gericht op communiceren en leren van en met elkaar. Leerlingen leren kennis en bevindingen met elkaar te delen, elkaar te helpen en feedback te geven en te 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.</p>

### Leerdoelen

- De leerling kan gezamenlijk een probleem oplossen of idee uitwerken.
- De leerling kan verschillende rollen bij zichzelf en bij anderen herkennen en daarnaar handelen.
- De leerling kan verschillen zien tussen leerlingen, kan met die verschillen omgaan en/of kan deze waarderen.
- De leerling ziet en waardeert de verschillende aanpakken en input van andere leerlingen.
- De leerling kan onderhandelen en afspraken maken binnen het team over rolverdeling en werkverdeling.
- De leerling kan hulp en feedback vragen, geven en ontvangen.
- De leerling kan ervaringen, kennis en meningen inventariseren.
- De leerling kan zijn eigen mening geven en bespreken waarover hij nieuwsgierig is.

### Leerinhoud

Het groepsproces is expliciet onderdeel van maakonderwijs met ict. Het is niet alleen een gegeven dat je samenwerkt, maar ook dat je die samenwerking en je rol als leerling daarin kunt duiden. In leeractiviteiten is aandacht voor ieders talenten, of wat iemand graag zou willen leren. De leraar vertelt over samenwerken, laat zien dat het niet altijd makkelijk is, en geeft aan wat het oplevert om samen te maken. De leraar laat zien dat je van anderen kunt leren en is niet bang om zelf te leren van de leerlingen en geeft dat ook terug.

## Reflectie en inzichten in leren

<p>Gehele uitgangspunt</p>	<p>De leerlingen reflecteren steeds op hun acties en ontvangen en geven elkaar feedback. Met maakonderwijs met ict bouwen ze aan hun weg naar zelfstandigheid. Het leidt tot empowerment, de leerlingen krijgen meer grip op hun eigen situatie en omgeving doordat zij kunnen maken. Leerlingen leren dat fouten maken onderdeel is van leren. Leerlingen leren omgaan met tegenslagen. Leren (en maken) is geen rechte weg, maar een weg met kronkels, parallelwegen en doodlopende afslagen waar je wél bent ingelopen. Elk stukje van het doorlopen van die weg, dat proces is leren: het draagt bij aan het inzicht wat wél en niet werkt, wat wel of niet haalbaar of bijvoorbeeld bruikbaar is. Maakonderwijs met ict gaat over het proces, leerlingen reflecteren op hoe en waarom zij maken. Het gaat bijvoorbeeld om het prototype en wat er geleerd en ontdekt is. Het gaat niet over het eindproduct.</p>
<p>Competentie Reflecteren</p>	<p><b>REFLECTEREN</b>  Bij <i>reflecteren</i> 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 (werkend) 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.</p>

**Leerdoelen**

- De leerling kan aangeven op welke momenten in het maakproces keuzes zijn gemaakt en waardoor deze zijn ingegeven.
- De leerling kan de werking van een ontwerp (of de oplossing) demonstreren en/of toelichten (mondeling, digitaal, in een verslag), relateren aan de opgestelde ontwerpeisen en daarbij waar nodig gebruik maken van de verzamelde testresultaten.
- De leerling kan aangeven waardoor ontwerpen (oplossingen) niet werken en verbetervoorstellen doen voor een volgens ontwerp (oplossing).
- De leerling kan reflecteren op zijn eigen rol, het verloop van het proces en de anderen in hun groep.
- De leerling kan ideeën evalueren, selecteren en uitwerken tot nieuwe concepten in andere contexten.
- De leerling kan feedback geven en ontvangen.

**Leerinhoud**

Reflectie leidt tot inzichten en leren. Deze reflecties hebben betrekking op het eigen handelen van de leerling, het groepsproces, het ontwikkelproces naar het prototype en het prototype an sich. Reflecteren heeft aandacht nodig van de leraar, leerlingen reflecteren niet automatisch op alle gebieden, en zeker niet expliciet. Door de leerlingen explicieter te laten reflecteren, bijvoorbeeld door feedback te geven en te ontvangen wordt hun eigen handelen en het proces meer inzichtelijk. Het in beeld brengen van het proces kan met video en film ondersteund worden.

**Leerinhoud**

Reflectie wordt expliciet gemaakt, er is aandacht voor zelfsturing en zelfredzaamheid en er worden fouten gemaakt. De leraar benadrukt dat fouten maken onderdeel is van het proces, het leren, het toepassen wat je leert en het tegelijkertijd leren en toepassen.

---

De groepsindeling en een eventuele verdeling van rollen kan bijdrage aan reflectie. De leraar kan leerlingen zelf laten kiezen, of indelen op bijvoorbeeld talenten of sociale competenties.

Het meegeven van gerichte handreikingen voor het geven en ontvangen van feedback kan de kwaliteit van de feedback ten goede komen. Kijkvragen of reflectievragen kunnen bijvoorbeeld helpen. Modeling door de leraar draagt hier ook aan bij.

---

## Intrinsieke motivatie

Gehele uitgangspunt	In maakonderwijs met ict leren leerlingen vanuit intrinsieke motivatie om het eigen gekozen doel te bereiken. De leerlingen hebben keuzevrijheid en kunnen hun energie kwijt. Het eigenaarschap van het doel leidt tot motivatie en nieuwsgierigheid van de leerlingen. Leren door te maken is leuk! De lol van het experimenteren en creëren draagt ook bij aan de motivatie van leerlingen.
<b>Leerdoelen</b>	Nvt
<b>Leerinhoud</b>	<p>Leeractiviteiten worden zoveel mogelijk vanuit de vragen, wensen of inspiratie van de leerlingen vormgegeven. De leerlingen denken en kiezen mee in hun leeractiviteit. De leerlingen voelen eigenaarschap over het proces en product en beleven plezier aan het maken en/of samenwerken. Zij experimenteren met onmogelijke/niet voor de hand liggende combinaties en daar is waardering en tijd voor. De nieuwsgierigheid en intrinsieke motivatie van leerlingen wordt hiermee gestimuleerd.</p> <p>De leraar zorgt voor experimenteerruimte en maakt verbanden tussen de experimenten en het prototype expliciet wanneer de leerlingen dit niet doen. Op die manier komt de waarde van het experimenteren in beeld bij de leerlingen.</p>

## Ontwikkeling van de leraar

<p>Gehele uitgangspunt</p>	<p>De rol van de leraar in maakonderwijs met ict is niet die van alwetende docent. De focus van de leraar zit veel meer in begeleiden, coachen, inspireren en het scheppen van goede voorwaarden zoals een veilig klimaat. Maakonderwijs met ict is niet lesmethode-gedreven. De leraar is juist zelf ook maker van zijn eigen onderwijs en is gericht op de ontwikkeling van leerlingen. De focus ligt hierbij niet alleen op het behalen van inhoudelijke doelen, maar ook op een breder sociaal maatschappelijk kader. Van de leraar wordt ook verwacht dat hij een enthousiaste maker is (of wil worden) die blijft leren en ontwikkelen.</p>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• De leraar zorgt voor de basisstructuur in het maakonderwijs met ict.</li> <li>• De leraar zorgt ervoor dat het samenwerken structuur krijgt.</li> <li>• De leraar zorgt voor voldoende inspiratie op het gebied van ict en techniek.</li> <li>• De leraar begeleidt de leerlingen en is hierin faciliterend en gericht op zelfsturing. Hij stelt verdiepings- en verbeteringsvragen, moedigt leerlingen aan, coacht leerlingen en zoekt hierin de zone van de naaste ontwikkeling.</li> <li>• De leraar speelt in op verschillen tussen de leerlingen (talenten, ontwikkeling).</li> <li>• De leraar structureert en borgt het feedback en reflectie proces van de groepen leerlingen, de individuele leerlingen en op het proces en product.</li> <li>• In maakonderwijs met ict worden ideeën van leerlingen serieus genomen, leerlingen voelen dat het er toe doet wat ze bedenken en maken.</li> <li>• In maakonderwijs met ict is ruimte voor eigen keuzes van leerlingen.</li> </ul>

## Ontwerpeisen: tijd, groeperingsvormen, leeromgeving en toetsing

### Tijd

De leerarrangementen zijn ontwikkeld voor een doorlooptijd van 8 weken. Elke week wordt door de leerlingen 3 uur aan maakonderwijs met ict besteedt. De tijd hiervoor kan uit vakoverstijgende uren, uren voor handvaardigheid, rekenen en taal worden gehaald. Van deze drie uur werkt een leerling gemiddeld 1 uur zelfstandig, 1 uur in de groep en 1 uur in een georganiseerde groepsinstructie.

Het maakproces kost tijd: er moet voldoende tijd vrij worden gemaakt voor ontdekken, experimenteren/ maken, en overleggen/samenwerken. Maakonderwijs met ict kent een aantal vaste in tijd afgebakende onderdelen waarin leerlingen bijvoorbeeld instructie krijgen of op weg geholpen worden. Daarnaast zullen leerlingen zelfstandig of in de groep tijd besteden. Dit deel van maakonderwijs met ict is idealiter niet begrensd qua tijd, dus niet beperkt tot een aantal specifieke uren in de week. Met maakonderwijs met ict bouwen leerlingen aan hun weg naar zelfstandigheid. Het leidt tot empowerment, de leerlingen krijgen meer grip op hun eigen situatie en omgeving doordat zij kunnen maken. Dat betekent dat hiervoor tijd en ruimte vrijgemaakt moet worden in het lesrooster en dat de leerlingen dit bijvoorbeeld opnemen in de weektaak. Maakonderwijs met ict is een voortdurend proces. De leerlingen hebben ook een periode nodig waarin maakonderwijs met ict naast andere activiteiten plaatsvindt. Ze hebben een beetje suddertijd nodig: juist om het creatieve proces aan te zetten.

Maakonderwijs met ict kan bij leerlingen tot onverwachte verbindingen met de leerstof van andere vakgebieden leiden. Het is steeds aan de leraar om die verbindingen expliciet te maken.

### Groeperingsvormen

Leerlingen werken samen in maakonderwijs met ict: het idee is dat samen leren het leren maken versterkt. De leerlingen zijn in ideale zin multidisciplinair ingedeeld in groepen. En aangezien veel leerlingen niet geprofessionaliseerd zijn in een discipline, kan het ingewikkeld zijn om dit als uitgangspunt te nemen.

Het multidisciplinaire karakter binnen een groep kan versterkt worden door leerlingen in één groep aan verschillende workshops/ateliers te laten deelnemen zodat zij andere kennis meebrengen. Zo ontstaat een stukje trots op unieke vaardigheden en een stukje waardering vanuit de andere leden van de groep.

Daarnaast kunnen eigenschappen als maaktalent, schrijftalent, argumentatietalent, organisatietalent, samenwerkingstalent en presentatietalent basis zijn om groepen samen te stellen. Steeds is het belangrijk om als leraar ook te duiden wat de verschillen zijn of welke rol iemand in een groep heeft.

De groeperingsvorm dient het doel samenwerken en elkaars talenten zien. Dit betekent niet dat er niet zelfstandig gewerkt kan worden. Juist deze wisselwerking, tussen zelfstandig werken en vervolgens delen in de groep is een belangrijke pijler van de samenwerking.

### Leeromgeving

Maakonderwijs met ict vindt plaats in een rijk ingerichte leeromgeving die creatieve inspiratie biedt. Een maaklokaal heeft hierbij de voorkeur, daarnaast kan het maken voor een deel plaats onafhankelijk vorm worden gegeven. Sommige activiteiten kan de leerling achter de pc uitvoeren,

andere zelfstandig aan een tafeltje en af en toe vereist groepswork ruimte om te kunnen overleggen. Maakonderwijs met ict kent bij voorkeur ook buitenschoolse elementen, waarbij de leerlingen op onderzoek gaan of zich laten inspireren. Een voorbeeld is het iXperium of de iXspace.

### Toetsing

Maakonderwijs met ict heeft een sterke focus op leren, waardoor de toetsing van de leerlingen formatief is en gericht is op het inzichtelijk maken van de eigen ontwikkeling. Door expliciet te maken wat de leerling leert, wordt het leren versterkt. Aandacht voor het proces leidt tot meer en meer inzicht in het leren. Bij de toetsing gaat de aandacht dus minder uit naar het ontwerp (oplossing, product).

Leerlingen reflecteren op eigen handelen en leren en het uitbreiden van het eigen handelingsrepertoire. Waar kom je vandaan, waar sta je nu? Bij dit zichtbaar maken helpt het maken van beeldmateriaal. De leerlingen maken dit zichtbaar door bijvoorbeeld een beeldverslag van hun activiteiten (foto's, filmpjes, presentaties). Daarnaast geven leerlingen feedback aan medeleerlingen en krijgen zij feedback van de leraar en van hun medeleerlingen.

Deze manier van toetsing heeft consequenties voor de leraar. De leraar moet tijdens maakonderwijs met ict observeren en met (groepjes) leerlingen in gesprek. Deze tijd moet door de leraar vooraf gepland worden. De competentiegebieden van maakonderwijs met ict bieden tijdens het observeren en de gesprekken hulp bij het in kaart brengen van de ontwikkeling, vooruitgang en talenten van de leerlingen.

Bij formatieve beoordeling wordt met name het proces beoordeeld. Dit moet voor de leerlingen goed duidelijk zijn.

## Bijlage 1: De totstandkoming van de leerlijn maakonderwijs met ict in het po.

### Inleiding

De projectgroep heeft in fase 1 onderzocht hoe maakonderwijs op dat moment in Nederland is 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: van volledig geïntegreerd in het onderwijs, als zelfstandige maakruimte buiten het onderwijs tot zelfs bewust helemaal buiten alle reguliere instanties en regelgeving.

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) zijn een aantal gemeenschappelijke (vak-)didactische aspecten afgeleid.

### Samen ontwikkelen

Na deze verkenning was de focus in fase 2 het ontwerpen en ontwikkelen van de leerlijn waarin een verbinding gelegd zou worden met het iXperium en de iXspace als maaklocatie. Daarnaast lag de vraag voor hoe maakonderwijs bijdraagt aan W&T doelen. Als snel ontstond de discussie óf het maakonderwijs zich expliciet op de W&T doelen zou moeten richten en daarnaast was er vanuit het iXperium de expliciete wens om maakonderwijs aan het verwerven van ict-geletterdheid te verbinden. Het iXperium staat voor het versterken van gepersonaliseerd leren met inzet van ict én ict geletterdheid in het onderwijs. Dat betekent dat (leren met)ict integraal onderdeel is van hedendaags en gepersonaliseerd. Ict versterkt het leerproces, het samenwerken en ook het maakproces, zo is de redenering.

Deze discussie en inzichten uit fase 1 maakte volkomen helder dat er een kader nodig was met een verantwoording voor de opzet van maakonderwijs met ict. Maakonderwijs is heeft geen eenduidige vorm noch is het een eenduidig principe. De visie en opzet moest in gezamenlijkheid binnen de projectgroep worden uitgewerkt. Het iXperium werkt vanuit een voor-door-met model. Dat betekent dat de praktijk, lerarenopleiding en onderzoek samen ontwikkelen en onderzoeken voor de praktijk. Op die manier zou er een gedeeld beeld en visie over maakonderwijs met ict ontwikkeld worden.

De deelnemende leraren verschilden in ervaring met maakonderwijs en door de samenstelling van de groep met mediamentoren vanuit het iXperium, experts in maakonderwijs en de lerarenopleiding, leraren leren met ict en een lerarenopleider beeldende vorming werden de opzet uitwerking versterkt vanuit verschillende ervaringen en perspectieven.

Een leerlijn kent geen vaste eisen of opzet. In eerste instantie is binnen de projectgroep met de onderzoekers bekeken wat hoe een goede leerlijn zou zijn beschreven. Er is daarvoor naar voorbeelden gezocht en vanuit het de projectbeschrijving gekeken welke opzet wenselijk was. De centrale vraag was daarbij: “Welke onderdelen bevat een leerlijn?” We kwamen uit op een visie/ de uitgangspunten van maakonderwijs, competenties waarop maakonderwijs een beroep doet en leerdoelen die daarbij te hanteren zijn, ontwerpeisen aan het onderwijsarrangement voor maakonderwijs met ict.



Het doel van het project was om te ontdekken op welke manier maakonderwijs kan bijdragen aan de ontwikkeling van W&T doelen. De W&T doelen zijn echter niet in zijn geheel in de leerdoelen van maakonderwijs met ict opgenomen. Met andere woorden: bij de totstandkoming van maakonderwijs met ict werden de W&T doelen meegenomen, maar we ontwikkelden maakonderwijs, geen wetenschap en techniekonderwijs.

### Visie op maakonderwijs

De visie is tot stand gekomen op basis van het voortraject (fase 1): literatuur en bezoek aan maak locaties en een werksessie met het projectteam gericht op de 'why' van maakonderwijs. In deze sessies schreven de deelnemers zoveel mogelijk post-its startend met de zinnen "iXperium Maakonderwijs is gericht op ...; "Ik vind dat kinderen in maakonderwijs ...; en "iXperium maakonderwijs leidt tot ..."

Deze post-its zijn vervolgens tijdens de sessie gegroepeerd op onderwerp. Elk onderwerp leidde tot een uitgangspunt als visie op maakonderwijs beschreven door een van de onderzoekers. Wetenschap en techniekdoelen kwamen niet automatisch uit de post-it sessie naar voren. Het geheel is aangevuld met het doel bij te dragen aan wetenschap en techniek doelen zoals in de projectaanvraag is vastgelegd. Ze zijn opgenomen met het voorbehoud dat het geen afbreuk mag doen aan maakonderwijs. De uitgangspunten zijn vervolgens uitgewerkt en teruggelegd bij een subgroep van het projectteam. De feedback op de uitgangspunten is verwerkt en heeft geleid tot een eerste conceptversie in november 2018 en een tweede conceptversie in 2019.

### Competenties voor maakonderwijs met ict

De competenties voor maakonderwijs met ict moesten inzichtelijk maken aan welke competenties het maakonderwijs een bijdragen zou moeten en of kunnen leveren. Daarbij was het streven tot een hanteerbare, consistente en compacte competentieset<sup>1</sup> te komen passend bij het iXperium en in relatie tot de W&T doelen.

Om tot deze competentieset te komen is eerst gekeken naar bestaande sets voor maakonderwijs en de W&T doelen van de SLO. Een specifieke maakonderwijscompetentieset was nog niet beschikbaar en bovendien was de wens een competentieset te ontwikkelen die waar mogelijk W&T doelen meenam en gericht was op de inzet van ict in het maakonderwijs. In deze context lag het zelf ontwikkelen van de set lag daarom voor de hand.

De W&T doelen van SLO dekten niet helemaal de lading: maken, creativiteit, maakvaardigheden en 21<sup>ste</sup> eeuwse vaardigheden waren onderbelicht. We vonden een aanvulling in de slo-kerndoelen kunstzinnige oriëntatie en de adviesnota van Bravenboer met daarin een compacte checklist 21<sup>ste</sup> eeuwse vaardigheden, ontwerpend leren en onderzoekend leren. Daarmee hadden we voldoende items over de belangrijkste thema's waaraan maakonderwijs zou moeten voldoen. Allereerst is het aantal items door een onderzoeker teruggebracht tot ongeveer 100 op basis van de eerste verkenning. Tevens zijn de items geherformuleerd; ze starten allemaal met 'de leerling kan' en sommige items zijn gesplitst omdat ze uit twee delen bestonden.

Vervolgens is door middel van een cardsort gezocht naar gemeenschappelijke thema's voor de competenties. Door de leden van de projectgroep een groot aantal competenties te laten sorteren op inhoud zouden er gemeenschappelijke thema's zichtbaar worden, zo was het idee. De

---

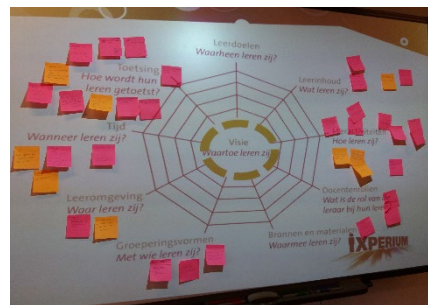
<sup>1</sup> Als goed voorbeeld werd voor een vergelijkbare opzet gekozen als de competenties voor leren en lesgeven met ict voor leraren: zie [www.ixperium.nl](http://www.ixperium.nl)

resultaten van de cardsort zijn uiteindelijk samengevoegd naar de gewenste en compacte competentieset voor iXperium maakonderwijs. De competentieset is vervolgens in de werksessie voorgelegd aan de projectleden en van feedback voorzien, aangepast en definitief gemaakt.

## Ontwerpeisen

Ontwerpeisen geven een praktische uitwerking van de uitgangspunten waarbinnen het arrangement gaat plaatsvinden. Ze geven handvatten om de visie in de praktijk vorm te geven. De ontwerpeisen voor iXperium maakonderwijs komen deels (a) uit een designthinking sessie van het projectteam waarin duo's voor elkaar het ideale maakonderwijs ontwierpen. De crashcourse workshop designthinking is gericht op het ontwerpen van onderwijs. Tijdens de crashcourse interviewen deelnemers elkaar diepgaand over hun drijfveren voor maakonderwijs. Hierdoor worden beelden die vaak impliciet blijven expliciet gemaakt. De uitkomsten van dit interview werd in werkboekjes genoteerd en leverden een lijst van ontwerpeisen op.

Vervolgens is in de tweede werksessie (b) vanuit de curriculaire spinnenweb bekeken welke ontwerpeisen op de poten van het web passen. De deelnemers plakten tijdens de sessie post-its op de spinnenweb (foto). Vervolgens is dit omgeschreven naar een lijst en deze in subgroep verder aangevuld met praktische ontwerpeisen. Deze uitwerking naar ontwerpeisen maakonderwijs bleek voor een deel haar betekenis te verliezen wanneer zij niet gekoppeld waren aan een van de uitgangspunten maar aan maakonderwijs als geheel. In een nieuw document zijn de ontwerpeisen toegevoegd als uitwerking per uitgangspunt. De ontwerpeisen uit de lijst zijn hierin verwerkt.



er  
(zie  
is  
voor

## Bronnen

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/wpcontent/uploads/2014/09/Makerspace-Playbook-Feb-2013.pdf>

Klepper, J., Pereira, J., & Zayner, Z. (2017). *Maker Education. Effective Implementation in 21st Century Classrooms*.

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](http://www.makerspaceforeducation.com/uploads/4/1/6/4/41640463/makerspace_for_education_curriculum_guide.pdf)

## Bijlage 2: Uitgangspunten voor maakonderwijs met ict.

De uitgangspunten voor maakonderwijs met ict zijn gebaseerd op de sessie van de projectgroep gericht op de hogere doelen van maakonderwijs. De volgende uitgangspunten zijn hieruit gekomen:

### Uitgangspunt 1: Maakbesef en maakvaardigheden

Maakonderwijs met ict leidt bij leerlingen tot het besef dat zij de wereld kunnen verbeteren. Door nieuwe dingen te bedenken en te realiseren maken ze de wereld een beetje mooier als uitvinder of wereldverbeteraar. Maakonderwijs met ict maakt leerlingen bewust van het feit dat álles gemaakt is. Zij krijgen inzicht in wat er allemaal nodig is om iets te maken (materialen, kennis, tijd), hoe technieken werken en hoe je materialen kunt inzetten. Verfijning van de technische vaardigheden wordt bij voorkeur aangeleerd op het moment dat deze nodig is, maakonderwijs met ict zorgt wél dat leerlingen kennismaken met diverse soorten hand- en ict-vaardigheden die in het maakonderwijs kunnen worden ingezet. In maakonderwijs met ict maken leerlingen met hoofd, hart en handen.

De constructionistische werkwijze leidt tot context gebonden en betekenisvol leren. Het abstract ontwerpen en het concreet uitvoeren is steeds in wisselwerking met elkaar: uitproberen in praktische zin en verwerken naar bijvoorbeeld een presentatie, procesbeschrijving of verantwoording. Naast 'doelgericht' uitproberen en tinkering is 'het aanklooien met materialen en technieken' onderdeel van maakonderwijs met ict. Door wat minder doelgericht materialen en technieken te verkennen, creëert maakonderwijs met ict nieuwe oplossingsrichtingen voor de leerling.

### Uitgangspunt 2: Inzet van ict

In maakonderwijs met ict bedenken en maken leerlingen hedendaagse oplossingen voor hedendaagse problemen. De leerlingen maken oplossingen met ict en gebruiken voor het maken en ontwerpen eigentijdse toepassingen en materialen. Het gebruik van ict in het proces en het product zorgt ervoor dat de leerlingen zich ontwikkelen op het gebied van de 21<sup>ste</sup> eeuwse vaardigheden en computational thinking. De leerlingen maken in maakonderwijs met ict kennis met nieuwe ict-technieken en toepassingen, bijvoorbeeld digitale fabricage. De ict-inzet in het proces en product is bij voorkeur grensverleggend en toekomstgericht. Tevens leren de leerlingen dat zij zich specifieke ict-vaardigheden (snel) eigen kunnen maken en hoe zij dat kunnen doen.

### Uitgangspunt 3: Wetenschap en techniekdoelen

Wetenschap en technologie doelen krijgen een plek in maakonderwijs met ict wanneer deze geen afbreuk doen aan het maakonderwijs. Onder de wetenschap en technologie doelen verstaan we doelen met betrekking tot onderzoeken, ontwerpen en begrip van en omgang met technologie en techniek (zie <https://slo.nl/thema/meer/wetenschap/>). Onderzoeken en ontwerpen zijn continu in wisselwerking met elkaar, waardoor houdingen, kennis en vaardigheden in samenhang worden ontwikkeld. In maakonderwijs met ict verkennen en formuleren de leerlingen een probleem, op deze manier bakenen zij hun ontwerp vraag af. Daarna onderzoeken zij de probleem oplossing en komen tot een set ontwerpeisen. De ontwerpeisen vormen de basis om tot een onderbouwd ontwerp te komen. Dit ontwerp kunnen ze planmatig uitwerken tot een (werkend) prototype.

De ontwerpeisen en het probleem zijn de basis om naar terug te kijken in de evaluatie en het testen en evalueren van het prototype. Technologie en technieken komen in het maakonderwijs met ict

aan bod, doordat leerlingen deze kennis en vaardigheden nodig hebben om planmatig te komen tot een ontwerp en dit uit te werken tot een (werkend) prototype.

#### **Uitgangspunt 4: Versterken van probleemoplossend vermogen**

Maakonderwijs met ict daagt leerlingen uit om dingen te ontwerpen om daarmee een probleem of vraag op te lossen. Het vraagt de leerlingen om actief en creatief te denken en draagt daarmee bij aan het ontwikkelen van probleemoplossend vermogen.

Maakonderwijs met ict stimuleert creativiteit: de leerlingen realiseren een prototype en komen gedurende het maakproces steeds in situaties waarbij er niet een vaste oplossing blijkt te zijn. Elke verstoring daagt uit tot creatief denken. Het daagt de leerlingen uit om (anders) te denken aangezien er geen gewent of een goed antwoord bestaat. Het is erop gericht om de leerlingen te verplaatsen in nieuwe situaties, contexten en problemen om van te leren.

Maakonderwijs met ict begint meestal met het afbakenen van een onderzoeksvraag en/of ontwerp vraag. Dit passend bij een (bestaand) probleem of eigen ideeën die relevant zijn in de belevingswereld van de leerlingen. Leerlingen stellen vragen niet altijd automatisch en moeten worden aangemoedigd om vragen te formuleren, een plan te maken en actie te ondernemen.

#### **Uitgangspunt 5: Samenwerken**

In maakonderwijs met ict leren leerlingen van en met elkaar. Ze leren verschillen zien tussen leerlingen en met die verschillen om te gaan en/of te waarderen. Omdat het maakproces vele facetten kent, kan iedereen meedoen en daarmee kan maakwerk 'inclusief' vormgegeven worden. Er kan binnen groepjes worden gedifferentieerd op bijvoorbeeld taken, rollen of talenten. Het leidt tot het besef bij kinderen dat je samen meer bereikt dan alleen: collectieve intelligentie. Samen kom je verder dan alleen, zowel binnen als buiten de grenzen van de school.

#### **Uitgangspunt 6: Reflectie en inzichten in leren**

De leerlingen reflecteren steeds op hun acties en ontvangen en geven elkaar feedback. Met maakonderwijs met ict bouwen ze aan hun weg naar zelfstandigheid. Het leidt tot empowerment, de leerlingen krijgen meer grip op hun eigen situatie en omgeving doordat zij kunnen maken. Leerlingen leren dat fouten maken onderdeel is van leren. Leerlingen leren omgaan met tegenslagen. Leren (en maken) is geen rechte weg, maar een weg met kronkels, parallelwegen en doodlopende afslagen waar je wél bent ingelopen. Elk stukje van het doorlopen van die weg, dat proces is leren: het draagt bij aan het inzicht wat wél en niet werkt, wat wel of niet haalbaar of bijvoorbeeld bruikbaar is. Maakonderwijs met ict gaat over het proces, leerlingen reflecteren op hoe en waarom zij maken. Het gaat bijvoorbeeld om het prototype en wat er geleerd en ontdekt is. Het gaat niet over het eindproduct.

#### **Uitgangspunt 7: Intrinsieke motivatie**

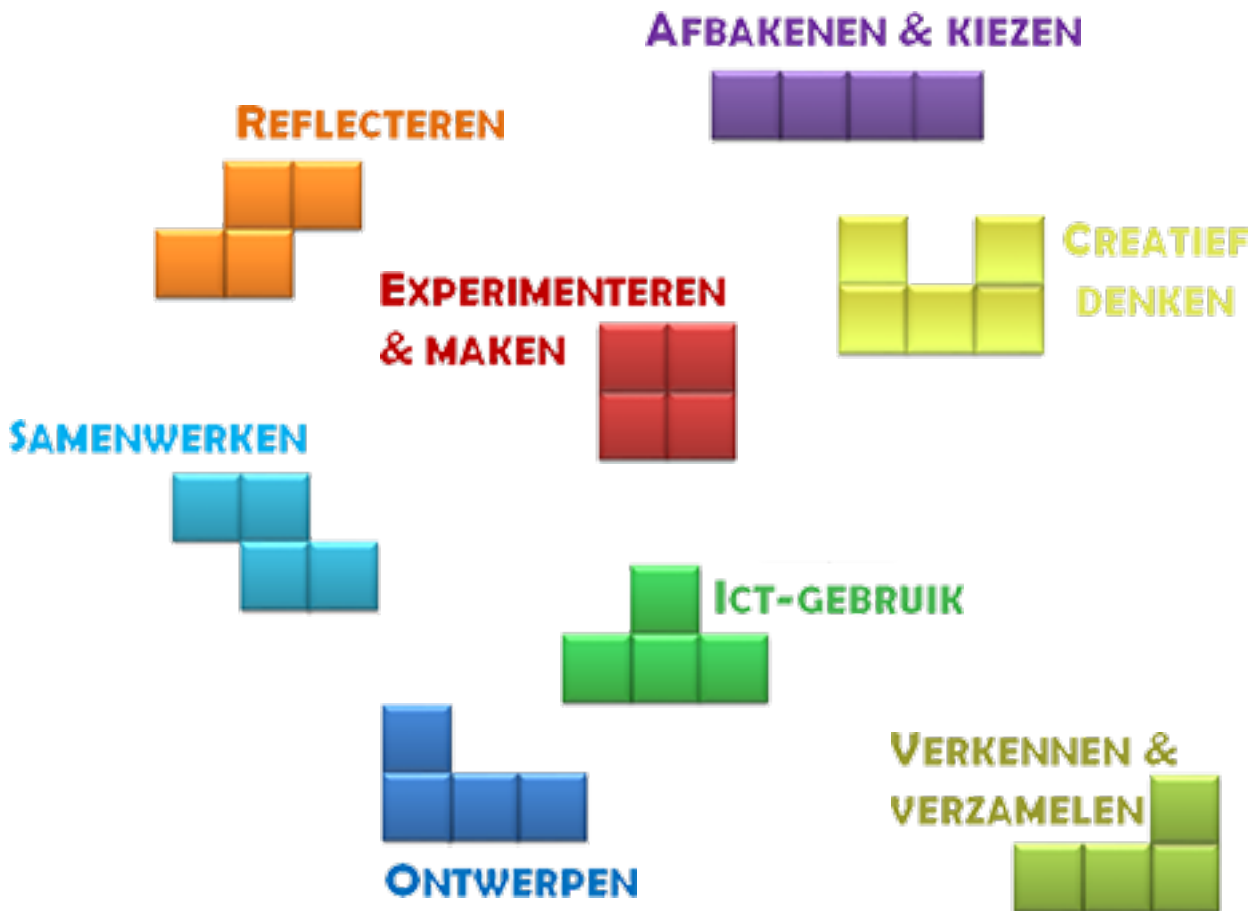
In maakonderwijs met ict leren leerlingen vanuit intrinsieke motivatie om het eigen gekozen doel te bereiken. De leerlingen hebben keuzevrijheid en kunnen hun energie kwijt. Het eigenaarschap van het doel leidt tot motivatie en nieuwsgierigheid van de leerlingen. Leren door te maken is leuk! De lol van het experimenteren en creëren draagt ook bij aan de motivatie van leerlingen.

#### **Uitgangspunt 8: Ontwikkeling van de leraar**

De rol van de leraar in maakonderwijs met ict is niet die van alwetende docent. De focus van de leraar zit veel meer in begeleiden, coachen, inspireren en het scheppen van goede voorwaarden zoals een veilig klimaat. Maakonderwijs met ict is niet lesmethode-gedreven. De leraar is juist zelf

ook maker van zijn eigen onderwijs en is gericht op de ontwikkeling van leerlingen. De focus ligt hierbij niet alleen op het behalen van inhoudelijke doelen, maar ook op een breder sociaal maatschappelijk kader. Van de leraar wordt ook verwacht dat hij een enthousiaste maker is (of wil worden) die blijft leren en ontwikkelen.

## Bijlage 3: Competentiegebieden maakonderwijs met ict



De competenties van de leerlijn Maakonderwijs met ict zijn onderverdeeld in acht categorieën, ofwel competentiegebieden. Het ontwikkelde Maakonderwijs met ict heeft als doel bij te dragen aan de ontwikkeling van leerlingen op al deze acht competentiegebieden.

De acht competentiegebieden staan niet los van elkaar; ze zijn nauw met elkaar verbonden en soms enigszins overlappend. Om iets te kunnen ontwerpen is het bijvoorbeeld nodig om informatie te verzamelen over het probleem (verkennen en verzamelen), het probleem af te bakenen en creatief te denken. Bij het maken kan de leerling bijvoorbeeld gebruik maken van ict, en is informatie nodig over eigenschappen van materialen en gereedschappen (verkennen en verzamelen).

De verschillende competentiegebieden hebben geen vaste volgorde in het maakproces. Alle competentiegebieden kunnen in verschillende fases van het maakproces aan de orde komen. Het verkennen en verzamelen komt bijvoorbeeld zowel aan de orde in de beginfasen van het maakproces (om het probleem te verkennen en te kunnen afbakenen), als in latere fases (als er bijvoorbeeld specifiekere informatie nodig is over materialen, gereedschappen en technologieën).

Bovendien kan het maakproces als een cyclisch proces worden gezien, waarbij eerste ideeën al kunnen worden uitgewerkt en vervolgens worden verfijnd op basis van aanvullende informatie. De verschillende competentiegebieden worden zo op meerdere momenten in het maakproces aangesproken. Bij de competentiegebieden zijn steeds leerdoelen geformuleerd.

## EXPERIMENTEREN & MAKEN



Een centraal competentiegebied in het maakonderwijs met ict is 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.

Leerdoelen
De leerling beseft dat alles in haar omgeving gemaakt is en dat zij ook de wereld kan verbeteren door te maken.
De leerling herkent in zijn omgeving het productieproces van producten
De leerling kan prototypen bouwen die aan de vooraf opgestelde ontwerpeisen voldoen en waarmee (deel)aspecten van het ontwerp getest kunnen worden.
De leerling kan door middel van (deel)experimenten eigenschappen/functionaliteiten van materialen, gereedschappen en technologie achterhalen en op basis daarvan verbetervoorstellen doorvoeren.
De leerling kan vaststellen welke informatie hij wil achterhalen bij het experimenteren met het prototype en onder welke condities deze informatie moet worden verzameld.
De leerling kan benodigde technieken eigen maken en toepassen.



## 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 ze bepaalde ontwerpkeuzes hebben gemaakt. Ook leren leerlingen een stappenplan of werkwijze te maken voor het uitwerken van het ontwerp.

Leerdoelen
De leerling kan een (digitaal, fysiek) ontwerp maken van een concept.
De leerling kan een stappenplan maken en uitvoeren voor het uitwerken van een ontwerp.
De leerling kan een prototype herontwerpen op basis van uitkomsten van experimenten met het prototype en de wijzigingen benoemen.
De leerling kan vaststellen welke materialen/middelen nodig zijn voor het prototype en de experimenten.





Bij *ict-gebruik* gaat het om het gebruik van technologie in het ontwerp- en maakproces. Leerlingen leren 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 het logisch organiseren en ordenen van gegevens 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.

Leerdoelen
De leerling is op de hoogte van nieuwe ict-technieken, bijvoorbeeld digitale fabricage.
De leerling kan oplossingen met ict gebruiken voor het maken.
De leerling is in staat een leerstrategie in te zetten om zich ict-vaardigheden snel eigen te maken.
De leerling kent meerdere leerstrategieën/leeractiviteiten om zich ict-vaardigheden snel eigen te maken.
De leerling kan technologie inzetten als middel om informatie te onderzoeken, organiseren, evalueren, communiceren en presenteren.
De leerling kan technologie inzetten bij het ontwerpen en/of het realiseren (van prototypes) van ontwerpen.
De leerling kan de benodigde hulpvragen stellen om zichzelf nieuwe technologie eigen te maken.
De leerling kan problemen of uitdagingen herformuleren zodat ze met computertechnologie op te lossen zijn.



Bij *verkennen en verzamelen* gaat het om het oplossen van een informatie of vaardigheden tekort. Verkennen gaat over inspiratie opdoen, rondkijken, grasduinen in een thema. Daarnaast gaat het om het verzamelen van informatie die nodig is om een probleem op 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. Bijvoorbeeld informatie over materialen en werkwijzen, technologie en techniek.

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 testen of experimenten om gegevens te verzamelen.

Leerlingen leren ook 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 waarmee zij 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.



**Leerdoelen**

- De leerling kan bronnen raadplegen, beeldmateriaal verzamelen, ordenen en delen rond een probleem of idee.
- De leerling kan meerdere uitkomsten, ervaringen, waarnemingen en ontdekkingen verzamelen en analyseren.
- De leerling kan ervaringen, kennis en meningen van experts, ervaringsdeskundigen en gebruikers inventariseren.
- De leerling kan een ontwerp door middel van een (werkend) prototype testen en evalueren.

**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 te maken op

basis van verzamelde informatie. In het kader van het maakproces gaat het bijvoorbeeld om het expliciet maken van de ontwerpvrage of de ontwerpisen en het afwegen van verschillen ontwerpideeën.

**Leerdoelen**

- De leerling kan een probleem afbakenen tot een of meerdere ontwerpvragen.
- De leerling kan op basis van de verzamelde informatie een beargumenteerde keuze maken voor één of enkele uit te werken ontwerpvragen/onderzoeksvragen.
- De leerling kan ontwerpisen uitwerken en verantwoorden op basis van activiteiten, experimenten en onderzoeken.
- De leerling kan op basis van de verzamelde informatie eisen en criteria opstellen waaraan een ontwerp moet voldoen.
- De leerling kan hypothesen opstellen over wat er gebeurt bij het uittesten van een (werkend) prototype.



**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. Dit om nieuwe verbindingen te leggen en 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.

**Leerdoelen**

- De leerling kan bij een probleem of idee meerdere manieren bedenken om dit beter te kunnen begrijpen en uit te werken.
- De leerling kan meerdere ideeën bespreken, op hun waarde beoordelen en keuzes maken voor verdere uitwerking.
- De leerling kan gebruik maken van creatieve technieken zoals brainstormen of het maken van een mindmap.
- De leerling kan een veelheid aan out-of-the-box ideeën bedenken en kan daarbij tijdelijk ontwerpisen buiten beschouwing laten ten gunste van het creatieve proces.
- De leerling kan de uitdaging aangaan om iets te ontwerpen.
- De leerling is in staat in een context te werken waarin het goede of gewenste antwoord niet bestaat.

## SAMENWERKEN



*Samenwerken* in de context van maakonderwijs met ict is gericht op communiceren en leren van en met elkaar. Leerlingen leren kennis en bevindingen met elkaar te delen, elkaar te helpen en feedback te geven en te 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.

Leerdoelen
De leerling kan gezamenlijk een probleem oplossen of idee uitwerken.
De leerling kan verschillende rollen bij zichzelf en bij anderen herkennen en daarnaar handelen.
De leerling kan verschillen zien tussen leerlingen, kan met die verschillen omgaan en/of kan deze waarderen.
De leerling ziet en waardeert de verschillende aanpakken en input van andere leerlingen.
De leerling kan onderhandelen en afspraken maken binnen het team over rolverdeling en werkverdeling.
De leerling kan hulp en feedback vragen, geven en ontvangen.
De leerling kan ervaringen, kennis en meningen inventariseren.
De leerling kan zijn eigen mening geven en bespreken waarover hij nieuwsgierig is.

## 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 (werkend) 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.

Leerdoelen
De leerling kan aangeven op welke momenten in het maakproces keuzes zijn gemaakt en waardoor deze zijn ingegeven.
De leerling kan de werking van een ontwerp (of de oplossing) demonstreren en/of toelichten (mondeling, digitaal, in een verslag), relateren aan de opgestelde ontwerpseisen en daarbij waar nodig gebruik maken van de verzamelde testresultaten.
De leerling kan aangeven waardoor ontwerpen (oplossingen) niet werken en verbetervoorstellen doen voor een volgens ontwerp (oplossing).
De leerling kan reflecteren op zijn eigen rol, het verloop van het proces en de anderen in hun groep.
De leerling kan ideeën evalueren, selecteren en uitwerken tot nieuwe concepten in andere contexten.
De leerling kan feedback geven en ontvangen.