

Techniek gaat het maken!

Er zijn vier lerarenopleidingen techniek voor het algemeen vormend onderwijs in Nederland. Deze lerarenopleidingen vechten voor het behoud van hun bestaan. Het lage studentenaantal maakt dat we moeten verantwoorden waarom we blijven opleiden. In het algemeen vormend onderwijs, vmbo-T, havo en vwo, heeft het schoolvak techniek geen status verworven en dreigt het van de lessentabel te verdwijnen. Dat is een gemiste kans voor het bèta onderwijs. Met het verlies van het vak techniek dreigt ook de aandacht voor maken, in de bèta technische context van het algemeen vormend onderwijs, te verdwijnen.

Een andere beweging die opkomt is die van de Maker Movement. Hierin wordt gepromoot dat leerlingen aangezet moeten worden om vanuit vrije expressie dingen gaan maken. Er wordt gesteld dat leerlingen hier heel veel van leren, maar vanuit het traditionele onderwijs wordt hier erg kritisch naar gekeken. Er is een levendige discussie ontstaan of Maker Education wel een effectieve vorm van onderwijs is. Toch blijkt er in de literatuur over Maker Education een sterke aanwijzing te liggen voor de relevantie van het techniek onderwijs voor algemeen vormend onderwijs. Dit visiestuk bepleit dat het vak techniek een nieuwe invulling moet krijgen, namelijk die van maakonderwijs.

Afbakening

Maken is een fundamenteel menselijke activiteit (Vossoughi & Bevan, 2014). Als mensen zijn wij in staat om de wereld vorm te geven naar onze eigen behoeften. De plekken op de wereld waar geen gemaakte producten van mensen zichtbaar zijn, zijn schaars. In de gemaakte wereld waarin wij leven is het maken onderdeel van onze cultuur en hoort daarom in het onderwijs thuis. Zoals Vygotsky stelt, de ontwikkeling van kinderen wordt door de cultuur wordt ingegeven en de cultuur is maatgevend is voor wat betekenisvol is voor de ontwikkeling van kinderen (Doorn, 2018). De omgeving waarin wij leven is een hoogtechnologische omgeving (Ros, Lieskamp & Heldens 2017) waarin het ontwikkelen van producten centraal staat. Alles wat wij gebruiken is gemaakt. De passende definitie voor *maken* in deze context is te definiëren als het ontwerpen, construeren, testen, repareren en verbeteren van een grote variëteit aan objecten, waarbij gebruik wordt gemaakt van eenvoudige en complexe technologieën en waarbij disciplines als kunst, natuurwetenschap, engineering en wiskunde toegepast worden (Bevan, 2017).

Principes van Maker Education

Maker Education is een beweging die opgekomen is in de USA, rondom Massachusetts Institute of Technology en hierin wordt een speelse benadering van het leren gepropageerd. Maker Education heeft als uitgangspunten dat:

- doen veel belangrijker is dan weten;
- het belangrijk is om inzichten en kennis te delen met anderen;
- vrij proberen zonder precies te weten wat het gaat worden van waarde is;
- een project iteratief benaderd moet worden;
- er gaat kracht uit van iets moois te maken;
- de ontwikkeling van kinderen niet leeftijdsgebonden is;
- leren heel persoonlijk is en ieder moet zijn eigen route moet kunnen kiezen;
- technologie relevant is en
- het eigenaarschap van het leren volledig bij het kind zelf ligt (Smartbrief, 2013).

Maker Education wordt gekoppeld aan puur ontdekkingsgericht leren. Het constructionistisch gedachtegoed van Papert dat zuiver ontdekkingsgericht, speels leren benadrukt, wordt in de Maker community omarmt (Ackermann, 2001). Dit zie je terug in de benadering van Maker Education,

waarin leerlingen hun eigen opdrachten kiezen en hun eigen route bepalen om tot het realiseren van een werkend product te komen.

Leeropbrengsten van Maker Education

“They repeatedly highlighted how they were thinking about and doing things they had never even thought about before.” (Vossoughi & Bevan, 2014)

Leerlingen kunnen concrete leeropbrengsten realiseren tijdens het maken. Breukelen (2017) beschrijft in zijn proefschrift leeropbrengsten bij conceptverwerving van elektrische circuits onder zorgvuldige begeleiding bij maakopdrachten. In de review study van Vossoughi (2014) worden voorbeelden genoemd van leeropbrengsten uit maakopdrachten die passen bij de kerndoelen van het bètaonderwijs. Ze noemt dezelfde opbrengsten als Bevan (2017) te weten, inzicht in elektrische circuits, kracht en bewegen, energie overdracht, oorzaak en effectrelaties en handigheid in het gebruik van gereedschappen, gevoel voor materiaalkeuzes. Voor het wiskundeonderwijs benoemt ze opschalen en meetvaardigheid. In de artikelen wordt uitgebreider ingegaan op de opbrengsten op meta-cognitieve vaardigheden. Vossoughi noemt het opwekken van interesse, toewijding, het ontwikkelen van een dieper begrip van concepten en processen. Ze stelt dat jongeren zichzelf gaan zien als denkers, creërs en ontwikkelaars van kennis en dat ze hierdoor leiderschap, zelfvertrouwen en een verrijkt zelfbeeld ontwikkelen (Vossoughi & Bevan, 2014).

Relevantie van Maker Education

Voor het onderwijs zijn drie perspectieven voor het maken van werkende producten van maatschappelijk belang (Vossoughi & Bevan, 2014). Het eerste perspectief is het ontwikkelen van een nieuwe mindset voor ondernemerschap en creativiteit. Chris Anderson beschrijft in zijn boek “Makers, de nieuwe industriële revolutie” hoe nieuwe technologieën in combinatie met de kracht van internet nieuwe perspectieven en kansen biedt om te ondernemen (Anderson, 2013). Een tweede relevantie wordt gevonden in de mogelijkheid die het maakonderwijs biedt voor een betekenisvolle oriëntatie toekomstig bèta technologisch werkveld. Bevan (2017) benoemt in dit kader de ontwikkeling van 21^{ste} eeuwse vaardigheden als creativiteit en engineering skills, zoals probleem oplossen, kritisch denken en samenwerken. Het belang van deze vaardigheden voor de beroepsvoorbereiding voor nog niet bestaande beroepen wordt onderschreven onder andere door Kirschner en Stoyanov (2018) in “Educating youth for nonexistent/not yet existing professions”. Tot slot wordt maakonderwijs gezien als een rijke constructivistische of constructionistische leeromgeving (Rosenfeld Halverson, 2014), (Bevan, 2017).

Het spanningsveld tussen Maker Education en regulier onderwijs

Leren door maken en scholing zijn geen begrippen die uitwisselbaar zijn en in de schoolcontext gaat leren over scholing (Halverson & Sheridan, 2014). Het schoolse leren is formeel en is gebonden aan specifieke leeropbrengsten. Het wordt sterk betwist of de constructivistische en constructionistische benadering van kennis verwerven een effectieve strategie is voor formeel leren. In het veelvuldig geciteerde artikel: Why Minimal Guidance During Instruction Does Not Work van Kirschner, Sweller en Clark (2006) wordt uitermate kritisch gekeken naar constructivistisch, ontdekkend, probleemgestuurd, experimenteel en onderzoekend gestuurd onderwijs. Ze stellen dat gebrek aan begeleiding van leerlingen bij de constructivistische benadering voor het verwerven van kennis niet effectief is en leidt tot misconcepten. Klahr (2004) toont aan dat een zelf-ontdekkende leerstrategie zelfs niet leidt tot het ontwikkelen van een beter concept van onderzoek doen. Mayer (2004) toont in “Should there be a three-strikes rule against pure discovery learning?” aan dat een totaal vrije

leeromgeving, zoals het constructivisme voorstaat, niet effectief is. Echter, Etmer en Newbey (1993) definiëren constructivisme niet als een open ongeleide leeromgeving, maar als een leertheorie waarbij de lerende betekenis nodig heeft om kennis te verwerven en de context waarin de lerende zich bevindt, invloed heeft op de manier waarop de lerende kennis verwerft. Kirschner (2006), Klahr (2004) en Mayer (2004) opponeren daarmee tegen een interpretatie van het constructivisme, maar niet op het constructivisme zelf. De artikelen zijn daardoor niet passend in hun onderbouwing, omdat ze zich verzetten tegen interpretatie tegen het constructivisme en niet tegen het constructivisme zelf. Ze wijzen echter wel op het effect van begeleiding van leerlingen tijdens ontdekkingsgericht leren.

Voor de effectiviteit van maakonderwijs bij het verwerven van concepten is het interessant om de vergelijking te maken met practica. Practica slagen er doorgaans ook niet goed in om leerlingen nieuwe kennis en inzichten te laten verwerven. Hier ligt dus een parallel met maakonderwijs. Practica worden pas leerzaam als ze doelgericht worden ingezet en er in slagen om hands-on en minds-on werken bij leerlingen aan te spreken (Miller & Abrahams, 2009), (Sande, 2016). Om de koppeling tussen minds-on en hands-on werken bij leerlingen tot stand te laten komen hebben leerlingen voldoende "open" opdrachten nodig waar ze zichzelf vragen bij kunnen stellen. Voor maakonderwijs geldt dit ook. Breukelen (2017) beschrijft onder andere hoe ontwerponderwijs begeleid moet worden om tot gerichte leeropbrengsten te komen.

Relevantie van maken voor regulier onderwijs

In "Situated Cognition and the Culture of Learning" beschrijven Brown, J. S., Collins, A., & Duguid, P. (1989) het belang om een leeromgeving te creëren die representatief is voor context waarin concepten toegepast worden. Het is niet als vanzelfsprekend dat concepten die theoretisch worden verworven ook kunnen worden toegepast. In het artikel wordt gesteld dat de wijze waarop het inzicht in een concept zich ontwikkelt afhankelijk is van de context en de cultuur waarbinnen het concept wordt verworven. Voor de bèta vakken binnen het algemeen vormend onderwijs betekent dit dat het onderwijs moet voorbereiden op een toekomstige beroepsrepresentatie. In het bèta onderwijs ligt het accent op het kennismaken met de wetenschappelijke methode. Toch zal slechts een klein aantal leerlingen die voor hun carrière kiest in bèta terecht komen in het wetenschappelijk onderzoek. Doorgaans zullen alleen de leerlingen die vwo volgen doorstromen naar de wetenschap. Een groter deel van de leerlingen, havo en vmbo, komt in de wereld van engineering terecht waar producten ontwikkeld en gemaakt worden. Dan is er ook nog een fundamenteel verschil tussen wetenschappelijk onderzoek en technologisch onderzoek. Wetenschappelijk onderzoek richt zich op het vinden van een wetmatigheid om een natuurlijk fenomeen te verklaren en technologisch onderzoek vindt vaak meerdere oplossingen voor hetzelfde probleem (Atkin, 1990). In deze situatie is de wetenschappelijke methode ook niet leidend. Maakonderwijs past beter bij de context en cultuur van productie, engineering en technologisch onderzoek dan de huidige benadering van het aanleren van de wetenschappelijke methode en is passender als beroepsrepresentatie.

Maken als rijke leeromgeving inrichten

Maakonderwijs heeft de potentie om een rijke leeromgeving te zijn voor leerlingen vanwege de koppeling tussen concepten, de gemaakte wereld en de ruimte om een intrinsieke leerervaring te kunnen creëren. Als leerlingen een vrije keuze hebben in wat ze gaan maken, zodat ze er zelf betekenis aan kunnen geven, en mits goed begeleid om de projecten te laten slagen, draagt dat bij aan de intrinsieke motivatie (Ryan & Deci, 1985). Reshnick (2011) benoemt met name de voorwaarden om leermogelijkheden niet onbenut te laten: low floors, high ceilings and wide walls. Dit staat voor laagdrempelig om mee te beginnen, veel kansen voor uitdagingen en vrije ruimte om

voor benaderingsverschillen. De vrije keuze in maakopdrachten maakt het leerdoelgericht werken in de onderwijspraktijk echter wel lastiger. Kirschner et al. (2006) , Klahr en Nigam (2004) en Mayer (2004) benadrukken de toegevoegde waarde van de begeleiding van leerlingen bij het verwerven van kennis en dat geldt ook over kennis over het toepassen van concepten en procesvaardigheden. Er ligt dus een uitdaging om het traditionele techniek onderwijs te verrijken met de kracht van Maker Education om tot een rijke leeromgeving voor leerlingen te komen. En dat is van belang omdat de eerder geschreven situatieschets aantoont dat techniekonderwijs op scholen verdwijnt, terwijl de arbeidsmarkt voor technisch opgeleiden onder zware druk staat.

De gemaakte wereld is van de leerling

De invulling van het vak techniek, en daarmee ook het curriculum van de lerarenopleiding Science&Technology zal gebruik moeten maken van de kracht van Maker Education. De vrijheid die daar in geboden wordt om eigen projecten te kiezen en de eigen moeilijkheidsgraad te kiezen leidt tot een krachtige leeromgeving. Dat het vak techniek deze beweging moet gaan maken komt omdat het vak in het algemeen vormend onderwijs geen positie heeft verworven. Het is een vertaling van hout- en metaalbewerking als in het beroepsonderwijs, met een accent op vaardigheden. Dit is geen adequate invulling ten behoeve van de toekomstige beroepsrepresentatie die passend is voor vmbo-T, havo en vwo. Het is maatschappelijk relevant om het techniek onderwijs opnieuw vorm te geven zodat het voorbereidt op een werkzaam leven in een economie die grotendeels draait op ontwikkeling en productie van producten. Maar het is relevanter voor de ontwikkeling van leerlingen. Door middel van het maken van “dingen die werken” die voor de leerlingen zelf betekenisvol zijn, krijgen ze de kans om de concepten uit het bèta onderwijs door te ontwikkelen en toe te passen. Maar bovenal gaan ze hun gemaakte wereld om hen heen beter begrijpen en hun eigen rol in deze wereld zien.

Bibliografie

- Ackermann, E. (2001). *Piaget's Constructivism, Papert's Constructionism: What's the difference?* Massachusetts: MIT publications
- Anderson, C. (2013). *Makers de nieuwe industriële revolutie*. New York: Nieuw Amsterdam.
- Atkin, J. (1990). Teach science for science's sake: For Global Competitiveness, try technology. *Education Week*, 32
- Ackermann, E. (2001). *Piaget's Constructivism, Papert's Constructionism: What's the difference?* Massachusetts: MIT publications
- Bevan, B. (2017). The promise and the promises of Making in science education. *studies in science education*, 53, 81.
- Breukelen, D. H. (2017). *Teaching and learning science through design activities*. Delft: TUDelft.
- Brown, J. S., Collins, A., & Duguid, P. (1989, jan-feb). Situated Cognition and the Culture of Learning. *Educational Researcher*, V18(1), 32-42.
- Doorn, E. v. (2018). *www.stibco.nl*. Opgehaald van Stichting stiBCO: www.stibco.nl
- Ertmer, P. A., & Newby, J. T. (1993). Behaviorism, Cognitivism, Constructivism: Comparing Critical Features From an Instructional Design Perspective. *performance improvement quarterly*, 43 – 71.
- Halverson, E. R., & Sheridan, K. M. (2014). The maker movement in education. *Harvard Educational Review*, 498.
- Kirschner, P., Keller, J., Clark, R. (2006). Why Minimal Guidance During Instruction Does Not Work: An Analysis of the Failure of Constructivist, Discovery, Problem-Based, Experiential, and Inquiry-Based Teaching, *educational psychologist*, 41(2), 75–86
- Kirschner, P. A., & Stoyanov, S. (2018). Educating Youth for Nonexistent/Not Yet Existing Professions. *Educational Policy*, 1-41.
- Klahr, D., & Nigam, M. (2004). The equivalence of learning paths in early science instruction. *Psychological science*, 661-667.
- Mayer, R. E. (2004). Should there be a three strikes rule against pure discovery learning. *American Psychologist*, 14-19.
- Miller, R., & Abrahams, I. (2009). Practical work: making it more effective. *SSR*, 59-64.
- Papert, S. (1980). *Mindstorms. Children, computers and powerful ideas*. New York: Basic Books.
- Resnick, M. (2011). *scratching the surface with Mitchel Resnick*. Opgehaald van High Tech in the Hub: <http://www.hightechinthehub.com/2011/02/scratching-the-surface-with-mitchel-resnick/>
- Resnick, M. (2017). *Lifelong Kindergarten*. Massachusetts: MIT Press.
- Ros, L.H., Lieskamp, M., Heldens, H. (2017). In *Leren voor Morgen* (pp. 18-31). Utrecht: Pica.

- Rosenfeld Halverson, E., Sheridan, E. M. (2014). The Maker Movement in Education. In *Harvard Educational Review*, 497-498.
- Ruijters, S. (2012). Canon van het leren. In M. R.-J. Simons (Ed.), *Canon van het leren* (pp. 625-635). Deventer: Kluwer.
- Ryan, R., & Deci, E. (1985). *Intrinsic Motivation and Self-Determination in Human behavior*. New York: Plenum.
- Sande, R. v.d. (2016). Hoe effectief zijn practica? *Nationaal Regieorgaan Onderwijsonderzoek*, 1-9.
- Smartbrief* (2013, 08). Opgehaald van www.smartbrief.com:
<https://www.smartbrief.com/original/2013/08/why-maker-movement-matters-educators>
- Vossoughi, S., & Bevan, B. (2014). Making and Tinkering: a review of the literature. *Committee on Successful Out-of-School STEM Learning*, 5-6.