

Vaardigheden

Ontwikkelingen omtrent 21^e eeuwse vaardigheden

De samenleving waarin we leven ondergaat een transformatie. Dat betekent niets nieuws onder de zon als we terugkijken in de tijd. Het dichtstbij op de tijdlijn liggen verschuivingen van landbouw- naar de industriële samenleving en vervolgens naar de huidige kennis- of informatiesamenleving. Deze maatschappelijke veranderingen hebben in elk geval één gemeenschappelijk kenmerk: ze hebben enorme invloed op de manier waarop we leven, leren en werken. Vanwege de impact worden deze overgangperiodes 'industriële revolutie' en 'digitale revolutie' genoemd (Lamers & Van den Oetelaar, 2012). Volgens het *World Economic Forum* (2016) een internationale denktank van bedrijven, academici en politici, zitten we midden in de 'vierde industriële revolutie'. Daarin gaat het onder andere om ontwikkelingen in de genetica, kunstmatige intelligentie, robotica, nanotechnologie, 3D-printen en biotechnologie. Maar vooral ook om de toenemende informatisering (waarbij het verwerven en kanaliseren van informatie belangrijker is dan het produceren van goederen) en de integratie van machines met internet.

Globalisering, de toename van de rol van technologie, de nadruk op ICT en (het verwerken van) informatie, maar ook de toenemende individualisering van de maatschappij verlangen andere vaardigheden van leerlingen, nu en in de toekomst. Thijs, Fisser en Van der Hoeven (2014) hebben vrij recentelijk een onderzoek uitgevoerd naar de mate van aandacht voor en integratie van 21e eeuwse vaardigheden in het po en de onderbouw vo. Vaardigheden die worden onderscheiden, zijn: ICT-(basis)vaardigheden, mediawijsheid, informatievaardigheden, *computational thinking* (deze samen zijn de digitale vaardigheden), creatief denken en handelen, probleemoplossend denken en handelen, kritisch denken, zelfregulering, sociale en culturele vaardigheden, en communiceren en samenwerken. Uit het onderzoek blijkt dat deze 21e eeuwse vaardigheden nog weinig doelgericht en structureel aan de orde komen in het onderwijs. Er is beperkte aandacht voor de vaardigheden in landelijke leerplankaders en in reguliere methodes komen ze weinig substantieel en systematisch voor. Vooral creatief en probleemoplossend denken en handelen en digitale geletterdheid zijn nog weinig uitgewerkt. Dit zijn ook de vaardigheden waarvan leraren aangeven behoefte te hebben aan meer kennis en inzicht in wat de vaardigheden concreet inhouden en aan lesmaterialen voor concrete houvast in de praktijk.

In het eindadvies van het Platform Onderwijs2032 (2016) wordt gepleit voor onderwijs waarin aandacht is voor 21e eeuwse vaardigheden, als vaste basis voor alle leerlingen. De samenleving en de arbeidsmarkt doen een steeds groter beroep op beheersing van vaardigheden die niet zijn gebonden aan een specifiek vak. Leerlingen hebben ze nodig om in de maatschappij te kunnen functioneren, ter ondersteuning van een leven lang leren en de vorming van hun persoonlijkheid. De volgende vijf worden daarbij genoemd: leervaardigheden, creëren, kritisch denken, probleem oplossen en samenwerken. Ook N&T is een leergebied waar 21^e eeuwse vaardigheden een plaats kunnen krijgen. In het leerplanvoorstel W&T po/so (Van Graft e.a., 2014) komen de 21e eeuwse vaardigheden nadrukkelijk en ruim aan de orde. In de onderbouw vo is er in het leergebied *Mens en Natuur* ruimte voor 21e eeuwse vaardigheden, zowel in de kerndoelen als in de 'geïntegreerde' methode. In het leerplanvoorstel N&T voor de onderbouw vo (Ottevanger et al, 2014) voor onderbouw vo zijn 21e eeuwse vaardigheden uitgewerkt in werkwijzen, die op hun beurt weer in combinatie met denkwijzen en vakinhouden gepresenteerd worden. In de bovenbouw vmbo schenken scholen aandacht aan vaardigheden die voorbereiden op de benodigde mbo-vaardigheden. Deze vaardigheden beschrijven de competenties die leerlingen nodig hebben om de vereiste werkprocessen te kunnen uitvoeren. In de nieuwe bètavakken in de tweede fase zijn de vaardigheden in domein A voor alle bètavakken identiek uitgewerkt en krijgen die ook aandacht in de beschikbare methodes, 21^e eeuwse vaardigheden als informatievaardigheden, communiceren, redeneervaardigheden, digitale geletterdheid en problemen oplossen daarbij inbegrepen.

Curriculaire uitdagingen op het terrein van 21^e eeuwse vaardigheden

Bij de implementatie van de 21^e eeuwse vaardigheden in het N&T-domein doet zich een aantal curriculaire uitdagingen voor:

- Hoe deze vaardigheden te integreren en zichtbaar te maken in het curriculum?
- Hoe te komen tot doorlopende leerlijnen voor 21^e eeuwse vaardigheden?
- Hoe deze vaardigheden te toetsen?
- Hoe docenten te professionaliseren met het oog op verwerking van 21^e eeuwse vaardigheden in de lespraktijk (Voogt & Pareja Roblin, 2012).

Ontwikkelingen op het terrein van modelleren en modelgebruik als natuurwetenschappelijke werk- en denkwijze

Modelleren (en modelgebruik) is naast onderzoeken en ontwerpen een van de belangrijke natuurwetenschappelijke werk- en denkwijzen. Ook in andere vakgebieden, zoals kunst en economie, speelt modelleren een belangrijke rol. Met de komst van computers met grote rekenkracht zijn de mogelijkheden en het belang van modelleren als wetenschappelijke activiteit alleen maar toegenomen. Bij modelleren kunnen we onderscheid maken tussen het ontwikkelen en gebruiken van een tastbaar (al dan niet geschaald), een conceptueel en een wiskundig, (al dan niet) dynamisch model. Voorbeelden zijn torso's, stroomschema's en klimaatmodellen. Redeneren met behulp van modellen en ontwikkelen van modellen vormen belangrijke hogere orde denkvaardigheden en maken deel uit van een curriculum dat 21^e eeuwse vaardigheden centraal stelt (OECD, 2008, 2009). Modelleren past goed in onderwijs waarin meer nadruk gelegd wordt metacognitieve vaardigheden of denkvaardigheden. Het is namelijk bij uitstek een activiteit waarbij leerlingen probleemoplossende vaardigheden leren en gebruik maken van ICT als doel en als middel. Daarnaast is modelleren uitermate geschikt als activiteit binnen concept-contextonderwijs (Savelsbergh, 2008).

Internationaal wordt het belang van modelleren in het onderwijs ruim onderkend. In de Verenigde Staten bijvoorbeeld maakt modelleren deel uit van de zeven werk- en denkwijzen in de *Common Core State Standards* en de *Next Generation Science Standards* (Pratt, 2013; zie ook www.nextgenscience.org). In Nederland is modelleren opgenomen in de leerplanvoorstellen voor W&T po/so (Van Graft, et al., 2016) en voor N&T onderbouw vo (Ottevanger et al., 2014). In po en onderbouw vo gaat het daarbij meer om modelontwikkeling en -gebruik dan om dynamisch modelleren. In de tweede fase is er met de vernieuwing van de natuurwetenschappelijke vakken, de wiskundeprogramma's en economie meer nadruk komen te liggen op (het belang van) modelleren als werk- en denkwijze. Bij wiskunde wordt modelleren als een van de zes belangrijkste vaardigheden genoemd in de examenprogramma's die vanaf augustus 2015 van start zijn gegaan (cTWO, 2012). Probleemoplossen, abstraheren en modelleren zouden daarbinnen leidend moeten zijn (Drijvers, 2015). In het bètaonderwijs maakt modelleren in de nieuwe examenprogramma's deel uit van de vaardigheden in domein A. In het Centraal Examen vwo natuurkunde 2015 en 2016 is de vaardigheid van het lezen en aanpassen van een model getoetst. Meer aandacht voor modelleren in het uitgevoerde curriculum kan bijdragen aan het vormgeven van uitdaging 1 in de OCW kennisagenda 2015: Optimaal voorbereiden op de toekomstige kennissamenleving (Ministerie OCW, 2014).

Curriculaire uitdagingen op het terrein van modelleren en modelgebruik als natuurwetenschappelijke werk- en denkwijze

Uit een onderzoek onder leraren en leerlingen in de tweede fase (Michels, Bruning, Folmer, & Ottevanger, 2014) blijkt dat de vaardigheid modelleren als activiteit nauwelijks aan bod komt in de schoolpraktijk. Leraren hebben in hun eigen opleiding destijds geen ervaring op gedaan met (met name dynamisch) modelleren. Voor leraren is het werk maken van modelleren in de klas een extra uitdaging. Binnen verschillende vaksteunpunten hebben leraren zich binnen een DOT bezig kunnen houden met de didactiek van het modelleren. Hoewel er steeds meer expertise komt, is er onder leraren nog wel sprake van een handelingsverlegenheid.

Voor het bètaonderwijs in de tweede fase adviseert Savelsbergh (2008) om (dynamisch) modelleren uit te werken in de hieronder genoemde doelstellingen:

- De leerling kan een realistische contextsituatie analyseren, inperken tot een hanteerbaar probleem, vertalen naar een model, modeluitkomsten genereren en interpreteren en het model toetsen en beoordelen.
- De leerling kan bij het oplossen van een modelleerprobleem gebruikmaken van passende modelleersoftware.
- De leerling kan weergeven hoe modellen ontwikkeld worden, hoe ze gebruikt worden bij verklaren en voorspellen, hoe ze getoetst worden, en wat mogelijkheden en beperkingen zijn van computermodellen bij het vinden van modeluitkomsten.

Er is daarbij behoefte aan zowel een vakoverstijgende als een vakspecifieke doorlopende leerlijn voor modelleren in po en vo. In de tweede fase gaat het met name om het dynamisch modelleren en het uitwerken van een vakoverstijgende en doorlopende leerlijn voor de hierboven genoemde doelstellingen. Daarnaast is er - vanwege de geconstateerde handelingsverlegenheid onder docenten - binnen verschillende vakken behoefte aan concrete voorbeelden van lesactiviteiten en een nascholingsaanbod voor verschillende vakken, zoals economie, aardrijkskunde en de bètavakken.