



Feedback op visie en grote opdrachten door de vakinhoudelijke experts Mens & Natuur, te weten Tineke Béneker, Anne Hotze, Arjen Wals, Ellen Klatter, Harrie Eijkelhof, Martin Goedhart, Menno Wierdsma.

De kwaliteit van het proces wordt onder andere geborgd door de inbreng van wetenschappers. Per leergebied worden enkele inhoudelijk-deskundige wetenschappers uitgenodigd om op twee momenten in het proces op (tussentijdse) opbrengsten te reflecteren. Deze experts kijken naar de mate waarin de tussenproducten aansluiten bij recente vakinhoudelijke ontwikkelingen en de kern van het leergebied beslaan, naar de opbouw van de doorlopende leerlijnen en naar de wijze waarop samenhang binnen het leergebied is geborgd. De feedback van de vakinhoudelijke experts wordt door de ontwikkelteams gebruikt om tussenopbrengsten daar waar nodig aan te scherpen. De vakexperts reflecteren 1) op de visie op het leergebied i.c.m. de grote opdrachten (najaar 2018), en 2) op de bouwstenen (voorjaar 2019).

Hieronder vindt u de reflecties van de vakexperts van Mens & Natuur op de visie op het leergebied en de daaruit voortvloeiende grote opdrachten. Aan de vakinhoudelijke experts is gevraagd om in hun reflectie aandacht te besteden aan de vakinhoudelijke kwaliteit, kern, samenhang en doorlopende leerlijn.

Reactie 1.

Bedankt voor dit tussenproduct. Het biedt allerlei zinvolle aanknopingspunten. Op hoofdlijnen ziet het er goed uit. Aangezien ik ook mens & maatschappij heb bekeken, waar ook aardrijkskunde in zit, zal ik af en toe een relatie leggen of een vergelijking maken.

Het kader:

Een gemeenschappelijk kader als fundament is zinvol. Er wordt gesproken over vaardigheden en denkwijzen. Misschien kunnen die laatste beter geformuleerd worden als 'denken in...'. Hier kan eenvoudig verwarring optreden met 'concepten', afhankelijk van het niveau waarop je die hanteert. De 'grote key concepten' zitten immers ook in de denkwijzen (bv patroon, stabiliteit, verandering, systeem).

De grote opdrachten zouden aan de hand van contexten en concepten worden omschreven. Dat is (net als bij m&m) nog niet helder. De contexten zijn niet erg duidelijk, in de omschrijvingen worden verschillend per GO minder en heel veel (niet per se gelijksoortige) begrippen genoemd. Waarom mogen concepten hier niet gewoon 'begrippen' heten? Zijn de titels ook bedoeld als 'concepten'? Zijn het onderwerpen / thema's? Oftewel wat een GO precies is, blijft onduidelijk (zie ook M&M).

Contexten kunnen voor aardrijkskunde heel verwarrend zijn zoals in de concept-context benadering. Deze benadering wordt dan ook niet in het schoolvak gebruikt. Contextualiseren is namelijk een belangrijk onderdeel: contexten zijn soms zelfs object. Denk aan een gebiedsgerichte benadering. Vanuit het idee dat lokale omstandigheden verschijnselen 'uniek' maken (landschap bv).

De wetenschappelijke methode (als filosofische grondslag) die aan de basis staat van de natuurwetenschappen wordt niet expliciet benoemd. Is dit een denkwijze? Onderzoeken staat er wel als derde bij vaardigheden. Is dit slechts een vaardigheid?

**Grote opdrachten:**

Het is jammer en een gemiste kans dat de grote vraagstukken als pijler benoemd zijn en niet als grote opdracht. Het is zeer verdedigbaar om deze als opdracht 8, 9 en 10 op te nemen. Ook bij mens & maatschappij zijn vergelijkbaar een aantal grote vraagstukken als GO opgenomen. De kennis/concepten uit 1 t/m 7 worden logischerwijs gebruikt bij de bestudering van deze grote maatschappelijke vraagstukken. Gezondheid, duurzaamheid en technologie moeten dan wel als *vraagstukken* geformuleerd en niet als 'doel'. Het zou hiermee ook de lading en verwachting bij een titel als 'mens en natuur' beter dekken. Bij M&M hebben we via de expertgroep een poging gedaan om de logica achter te keuzes voor GO's te vergroten en verschillen in 'aard' van de GO's te benoemen. De opsomming van de brede vaardigheden bij de GO's is onzinnig en nietszeggend (zo ook bij M&M). Gelukkig heeft deze ontwikkelgroep zich niet laten verleiden tot stellingen als titels van GO's (zoals bij M&M). Er zou nog beter gekeken kunnen worden naar concepten vanuit alle vakgebieden bij de verschillende GO's.

GO1: deze opdracht lijkt wat minder gevuld (conceptueel) en ook wat minder ingebed vanuit meerdere vakken. Communicatie is misschien ook wat verwarrend als titel in relatie tot communiceren als vaardigheid.

Bouwstenen:

De GO-omschrijvingen zijn zeer kort en beperkt, ook door de opdracht vanuit het project. De voorbeelden zijn heel concreet en werken misschien gezien de samenstelling van de teams, maar uiteindelijk staat er nog zeer weinig dat houvast biedt voor de uitwerking.

Reactie 2.**Vakinhoudelijke kwaliteit**

De zeven opdrachten sluiten mijns inziens redelijk aan bij vakinhoudelijke ontwikkelingen in de wetenschap. Belangrijk in de wetenschap is dat veel nieuwe ontwikkelingen op het grensvlak van vakgebieden plaats vinden. Dat zie ik wel terug in de brede opdrachten. Ook zijn veel vakgebieden opgedeeld in hele specialistische sub-gebieden. Het is belangrijk om te beseffen dat in een toekomstige hoogtechnologische maatschappij er behoefte zal zijn aan experts. Experts die als specialist bijvoorbeeld bepaalde installaties kunnen bouwen of repareren en specialisten die veel kennis hebben op een bepaald terrein. Dit wordt bijvoorbeeld zichtbaar in het bedrijfsleven waar voor veel functies zeer specialistische kennis en vaardigheden nodig zijn.

Afgelopen jaren is er veel aandacht geweest om W&T in het basisonderwijs te bevorderen. Toch is dit op lang niet alle scholen gelukt. Leerkrachten vinden het veelal lastig om met W&T-onderwijs aan de slag te gaan. Het geven van inhoudelijk goed W&T-onderwijs waarbij kennis, houding en vaardigheden centraal staan, vraagt veel van de leerkracht. Het vormgeven van onderzoekend en ontwerpnd leren, de mate van sturing, de inhoudelijke begeleiding en het volgen van leeropbrengsten geeft voor veel leerkrachten nog aanleiding tot veel vragen en onzekerheden. Dit moeten we wel in ons achterhoofd houden bij de implementatie van deze brede opdrachten in het PO. In het algemeen mis ik in de visie dan ook de rol van de leerkracht, terwijl deze toch essentieel is om dit nieuwe curriculum vorm te gaan geven. Verdere concrete uitwerking zal noodzakelijk zijn alsmede professionaliseringstrajecten



voor zittende PO-leerkrachten. Tevens zal er op de pabo's aandacht moeten komen voor de implementatie van dit nieuwe curriculum. In het VO denk ik dat het creëren van samenhang tussen de diverse vakken om deze brede opdrachten vorm te geven zeker mogelijk is en daar zijn al kleinschalige voorbeelden van zoals binnen het vak NaSk. Toch zal dit ook via nieuwe lesmethodes en nascholingstrajecten een weg moeten gaan vinden.

Ook roepen de zeven opdrachten, zeker voor het PO, de vraag op waar er in het curriculum tijd gevonden kan worden om dit stevig neer te zetten. In het PO is er voor veel scholen maar 1 lesuur per week beschikbaar voor N&T/ N&M/W&T. Integratie met andere domeinen zoals rekenen-wiskunde of taal is dan ook essentieel vanuit efficiëntie oogpunt, en kan tevens de domeinen over en weer versterken en verdiepen.

Kern

Goed dat er de indeling van vaardigheden, denkwijzen, contexten en concepten is gemaakt. Terecht wordt aangegeven dat deze onlosmakelijk met elkaar verbonden zijn. Toch werkt het schema in figuur 1 dan verwarrend doordat de grote opdrachten en deel 1 uit elkaar zijn gehaald.

Op dit moment vind ik de opdrachten, zoals ook wordt aangegeven, op een te hoog abstractieniveau geschreven en mijn suggestie zou dan ook zijn om nu als vervolgstap er direct bouwstenen aan te koppelen. Wat zijn die bouwstenen dan precies? Toch een soort van kerndoelen? Het is goed om dit nu nader uit te werken. Bijvoorbeeld het concept binding in de scheikunde dat genoemd wordt in de tekst. Ik vind dat wel een heel breed begrip, wat voor bouwstenen hangen daar dan aan?

Atoombinding, molecuulbinding, modellen om deze binding te beschrijven? En in welk detailniveau wordt dit dan aangegeven?

Bij de beschrijving van de opdrachten is het nu niet duidelijk wat precies de concepten zijn die leerlingen moeten weten. Bij de inhoudelijke beschrijving zijn hier wel aanwijzingen voor maar het blijft impliciet. De brede vaardigheden zijn bij alle opdrachten min of meer hetzelfde en zou je voorafgaand aan de opdrachten een keer kunnen noemen. De voorbeelden die voor het PO genoemd worden zouden nog iets specifiekere benoemd kunnen worden (ook al zijn het maar voorbeelden). Zo vind ik het voorbeeld 'leerlingen leren het effect van erosie door water in een zandbak te gieten' wat eenvoudig geformuleerd.

Op zich denk ik dat deel 1 en de opdrachten wel voldoende houvast geven voor verder uitwerking en denk ik dat het toevoegen van bouwstenen nu de volgende stap is. Voor PO geldt vervolgens dat veel leerkrachten behoefte hebben aan kant en klare lesmethoden aangezien zij geen tijd hebben of zich niet altijd bekwaam voelen om zelf lesmateriaal te ontwikkelen. Worden deze zeven grote opdrachten dus vervolgens in nieuwe lesmethodes opgenomen en uitgewerkt? Zorgwekkend vind ik dat in de visie wordt beschreven dat in het PO vooral de nadruk zal liggen op brede vaardigheden. Dat lijkt mij niet een goede ontwikkeling en ik pleit ervoor dat ook concepten, kennisdoelen een belangrijke plaats in het PO krijgt bij het leergebied MN. Ook zal in de uitwerking helder moeten worden, zowel in PO als VO, wat nu precies de leerdoelen zijn voor de leerlingen en hoe deze getoetst zullen worden.

Samenhang

Door de brede opdrachten wordt op zich wel samenhang gecreëerd, maar deze kan nog versterkt worden door explicieter de link te leggen met bijvoorbeeld rekenen-wiskunde, ICT, kunsteducatie etc.



Leerkrachten PO leggen namelijk niet automatisch deze link en ook het VO is veelal nog erg verzuimd in de diverse vakken.

Doorlopende leerlijn

Hoewel er voorbeelden PO en VO in de opdrachten zijn verwerkt, is het lastig om nu de leerlijn PO-VO uit de opdrachten te destilleren. Ik denk zeker dat deel 1 en de brede opdrachten basis kan vormen voor een doorgaande leerlijn, maar dat behoeft nadere uitwerking. Vanuit de visie lees ik dat vaardigheden een brug zijn tussen primair en voortgezet onderwijs. Ik denk dat daar ook concepten bij horen. Vervolgens lees ik dat in de onderbouw van het VO ook vaardigheden, en dan meer specifieke vaardigheden zoals onderzoeken en ontwerpen de belangrijkste rol spelen. In het algemeen denk ik dat we voorzichtig moeten zijn met zoveel nadruk op de vaardigheden. Uiteindelijk willen we dat leerlingen terecht komen in beroepen die passen bij de talenten van leerlingen. Lang niet alle leerlingen zullen uiteindelijk echt in het onderzoek verder gaan. Bovendien om echt een goede onderzoeker te worden, zullen in een vervolgopleiding en bijvoorbeeld een promotietraject pas echt de kennis en vaardigheden die daarvoor nodig zijn worden aangeleerd. Wel is het belangrijk om leerlingen een kritische houding, een 'willen weten' houding, een ondernemende en nieuwsgierige houding bij te brengen. Het is belangrijk dat leerlingen leren leren, waarbij dat een combinatie is van het leren van kennis en vaardigheden. Het is belangrijk dat zij zich uitgedaagd voelen om hun talenten te gebruiken. Ik ben dan ook benieuwd naar een verder uitwerking van de groeirichtingen zoals aangegeven in het visiedocument.

Reactie 3.

Eerst mijn vertrekpunt expliciet maken: deze reactie is geschreven vanuit het perspectief dat duurzaamheid en behoud van onze planeet de komende decennia mondiaal een kernthema zal zijn en dat ons onderwijs daar veel actiever mee aan de slag zal moeten. Dat duurzaamheid benoemd wordt als een pijler, naast gezondheid en technologie, biedt goede mogelijkheden hiertoe binnen het domein Mens en Natuur, met daarbij de kanttekening dat duurzaamheid geen blinde vlek mag worden binnen de andere domeinen (dat geldt eigenlijk ook voor gezondheid waarbij gezondheid en duurzaamheid sterk met elkaar te maken hebben, zeker wanneer we het ook over de gezondheid van ecosystemen en de aarde als geheel hebben). In het stuk komt duurzaamheid verder vooral terug in conceprijke opdrachten, en is een onderlegger voor alle grote opdrachten van Mens en Natuur. Ik vind dat bemoedigend. Wel is het goed om wat nader stil te staan bij de betekenis en invulling ervan, hierbij maak ik gebruik van een eerdere reflectie op de betekenis van duurzaamheid in onderwijs die ik destijds opschreef in een reactie op het rapport van de Cie. Schnabel tav. Onderwijs 2030 samen met o.a. Gert Biesta, Louise Vet, Dieuwke Hovinga en Kees Both. Hierin wordt onderwijs beschouwd als een vormingsproject dat mensen in staat stelt om binnen ecologische grenzen te komen tot een leefbare en houdbare wereld.

Zowel gezondheid en duurzaamheid betreffen intenties, contexten en richtingen die niet altijd eenduidig zijn, voortdurende bewegingen, ook veel van de onderliggende kennis, en bepaald kernwaarden vertegenwoordigen (o.a. zorgethiek, solidariteit met andere generaties, mensen in om je heen maar ook ver weg, met andere soorten, etc.). Beide pijlers vragen ook reflectie op hoe je je verhoudt tot jezelf, de ander en de fysieke wereld en doen een beroep op vakoverstijgend leren, denken en werken. Ik laat de pijler technologie hier even buiten beschouwing want ik zie dat meer als een middel en niet zo zeer als een pijler. Technologie kan een belangrijke rol spelen in onderwijs waarin



duurzaamheid en gezondheid aan de orde zijn (denk aan gebruik van smartphones in citizen science mediated onderwijs waarbij leerlingen gegevens verzamelen en delen over bijv. klimaat, waterkwaliteit, zwerfvuil, voeding en gezondheid, biodiversiteit en luchtkwaliteit, etc.).

Duurzaamheid vormt een perspectief dat het mogelijk maakt verbindingen te leggen tussen: vakinhouden, heden-verleden-toekomst, het dichtbij en het verder weg, ecologischeconomische-sociaal-culturele waarden en tussen mens en natuur. Hierbij zullen ook ethische en morele afwegingen moeten worden gemaakt. Dit betekent dat er ook aandacht moet zijn voor de waarden die deze afwegingen beïnvloeden. En verder voor nieuwe inhouden die van belang zijn voor het verduurzamen van de samenleving zoals: kringloopdenken (o.a. cradle-to-cradle, sluiten van ketens, closed-cycle design) en het transitie-denken (o.a. veerkracht, reflexiviteit, kantelpunten). Het onderliggende voorstel biedt hier aanknopingspunten voor, alhoewel de moreel-ethische kant onderbelicht blijft.

Leren in relatie tot duurzaamheid vraagt om basale kennis over: hoe werkt natuur; hoe organiseren mensen samenlevingen? En, hoe is natuur verweven met wat mensen doen en laten? Deze kennis zal tot de basiskennis van leerlingen moeten behoren, want zonder deze basiskennis is het moeilijk om werkelijk mee te denken en te werken aan een duurzamere wereld. In dit kader is geografische kennis overigens ook relevant omdat menig maatschappelijk conflict een natuurlijke basis heeft (hulpbronnen).

Duurzaamheid is complex en heeft in zeker zin een onvermijdelijke onduidelijkheid die, onderwijskundig beschouwd, aantrekkelijk is: het is een concept dat in een steeds veranderende wereld betekenis moet krijgen waarbij de lerende steeds meezoeken naar die betekenis. Het realiseren van een duurzamere wereld dan de huidige is nog ingewikkelder ('wicked') en vaak omgeven door belangentegenstellingen, socio-scientific-disputes en ambiguïteit. Gezien de complexiteit ligt simplificatie voor de hand. Dit heeft al veelvuldig geleid tot betekenisloos onderwijs. Onderwijs waarin leerlingen uitgenodigd worden 'duurzame dingen te doen' zonder dat zij enig begrip hebben van waar zij mee bezig zijn. Het is juist de verdieping en het uitspitsen van een ogenschijnlijk makkelijke vraag als 'Is een spaarlamp nu duurzamere dan een ouderwetse gloeilamp?' die inzicht geeft in de diepere betekenis van duurzaamheid en die leerlingen weerbaarder kan maken tav valse claims en gevoeliger kan maken voor de diverse invalshoeken die nodig zijn om deze vraag goed te kunnen beantwoorden.

Leren in relatie tot het zoeken naar duurzamere wereld, biedt de mogelijkheid om in Nederland de komend 10 jaar te werken aan de door de VN geratificeerde 'Sustainable Development Goals' (SDGs) die in 2030 moeten zijn gerealiseerd.

Ten slotte deel ik hieronder – integraal – het laatste advies (eerder deze week gedeeld met de betrokkenen) van de groep die Leren voor Morgen en de Time is Now foundation heeft samengesteld tav het domein Mens en Natuur. Ik kan mij daar overwegend goed in vinden.

**Advies:**

- *Persoonlijk handelen:* Technologische innovatie wordt gepropageerd maar het persoonlijke handelen komt te weinig aan bod. Het is aan te raden daar meer aandacht aan te besteden.
- *Meer aandacht brede vaardigheden:* Er wordt geadviseerd om meer aandacht te besteden aan brede vaardigheden. Ze hangen ernaast, maar zijn juist voor doorstromen (naar de universiteit bijvoorbeeld) uiterst belangrijk.
- *Grote opdracht 2:* Duurzaamheid zou centraal moeten staan, maar missende thema's zijn dan duurzame energie en de energietransitie. Met onderwerpen zoals de discussie rondom kernenergie, decentrale opwekking, waterstofeconomie, elektrische auto's en smart grid.
- *Grote opdracht 3:* Deze opdracht gaat over de kringlopen van producten en het is dus een gemiste kans om geen aandacht te besteden aan:
 - Kringlooeconomie (bijv. statiegeld, verwijderingsbijdrage, afvalscheiding, cradle 2 cradle, levensloop producten).
 - De mens als onderdeel van de natuur.
- *Grote opdracht 5:* Deze opdracht gaat over natuurlijke grondstoffen en materialen en het is dus een gemiste kans om geen aandacht te besteden aan:
 - Recycling en de substitutie van "single use products" voor hernieuwbare aanwas stoffen.
- *Grote opdracht 6:* Hier mist klimaatadaptatie:
 - Wat moeten we doen als aanpassing op klimaatverandering?
 - Wat betekent het voor ons en voor mensen aan de andere kant van de wereld?
- *Zintuigelijke waarneming en zelfreflectie:* De essentie van het leergebied omvat nog niet alles, er mist nog een stukje zintuigelijke waarneming welke voorwaardelijk is om deze vaardigheden aan te leren. Waar zit de zelfreflectie? Het gaat niet alleen over het kennismaken van natuurlijk fenomenen maar ook het ervaren ervan in de praktijk. Denk aan de 3 stappen van Kees Bot als je wil dat kinderen een bepaalde zorgzame houding tot de omgeving ontwikkelen
 - 1) Het ervaren en kennismaken
 - 2) Besef
 - 3) Zorg
- *Het belang van handelingscompetentie:* De vier manieren van beschrijven (contexten, concepten, vaardigheden en denkwijzen) zijn goed om grip te krijgen op de inhoud, om te kunnen reflecteren maar het ontbreekt echt aan handelingscompetentie. Je kunt wel denken over een bepaald fenomeen maar uiteindelijk moet het leiden tot het nemen van bepaalde verantwoordelijkheden. Het handelingsrepertoire is een logisch gevolg van de denkwijze en de vaardigheden.
- *Link naar maatschappij:* Duurzaamheid is een pijler bij mens en natuur maar de opdrachten zijn statisch geformuleerd zonder link naar de maatschappij. Bij de grote opdrachten van mens en natuur miste de link naar de maatschappij. De stukken van mens en maatschappij gaven echter wel betekenis aan de grote opdrachten van mens en natuur.
- *Overlap:*
 - Bij de opdrachten kringloop & transport en natuurlijke grondstoffen & materialen zit nu een overlap. Kunnen die niet worden samengevoegd in bijv. grondstof en materialen?



- De complete lijst van de grote opdrachten geven wel de reikwijdte weer, maar de opdeling van de thema's overlappen op onverwachte momenten.
- *Circulaire economie*: Hoewel men circulariteit niet ziet als de oplossing voor alles, wil men wel circulariteit terugzien bij mens en natuur. Dat is nu niet het geval (*notitie: circulaire economie ziet men als een economie gericht op de hergebruik en optimalisering van de grondstoffen van een productieketen en waarbij wordt afgezien van het huidige lineaire denken*).
- *Aanscherpen context*: De vak inhoud zou men meer in de maatschappelijke context kunnen plaatsen.
 - Aarde, atmosfeer en klimaat mist stukje realisme over klimaatverandering. Het woord klimaatverandering staat er niet in bijvoorbeeld.
 - Het bespreken van de feiten zonder te oordelen over wat je eraan moet doen, er op reflecteren zou een mogelijke vaardigheid zijn.
- *Integraal implementeren van technologie, gezondheid en duurzaamheid*: Prima als je deze drie pijlers in elke grote opdracht een plaats geeft en niet ieder een eigen grote opdracht krijgt, maar dan moet de context in elke grote opdracht wel terugkomen. Wat is de technologische dimensie van deze opdracht bijv.? Probeer te vermijden dat het voelt alsof datgene dat je leert buiten jezelf staat en niet gereflecteerd wordt op jezelf.

Nawoord

Ten slotte, maar dit rijkt verder dan het huidige stuk dat voorligt, het serieus nemen van duurzaamheid in onderwijs bekent het versterken van de pedagogische en didactische kwaliteiten van onderwijsgevend. Zij moeten in staat zijn leerlingen te helpen bij het omgaan met complexiteit, tegenstrijdigheid, en onzekerheid maar ook bij het verhelderen en kritisch beschouwen van waarden die ten grondslag liggen aan het eigen handelen en het handelen van anderen in de samenleving. Zij moeten een pedagogisch klimaat creëren waarin ruimte is voor het werken aan de lokale duurzaamheidsvraagstukken vanuit het perspectief van de leefwereld van de lerende, maar ook vanuit een mondiaal perspectief en de leefwereld van anderen (o.a. perspectiefwisseling, inlevingsvermogen, empathisch vermogen). Cruciaal hierbij is het ontwikkelen van een 'relationele pedagogiek' die leerlingen in staat stelt te leren leven in relaties op allerlei niveaus en hen kritisch leert nadenken over relaties.

Reactie 4.

Allereerst complimenten aan de ontwikkelgroep met het werk dat tot nu toe is opgeleverd. Daarin is een grote bereidheid te herkennen tot het overstijgen van de (oorspronkelijke) vakdisciplines, en te komen tot een integratie van de delen in een nieuw curriculum. Dat dit geen sinecure is, blijkt uit de beschrijvingen.

In deze reflectie sta ik voornamelijk stil bij die onderbouwing van de opbrengsten, met daarbij de aantekening dat mijn focus als lector *Beroepsonderwijs*, mogelijk afwijkt van de overige reacties. Mijn denken is namelijk geënt op de inrichting van beroepsonderwijs dat toewerkt naar kwalificatie zoals omschreven in de beroepsgerichte kwalificatiedossiers en de (vernieuwde) beroepsgerichte examens voor het VMBO. Daarover eerst de volgende toelichting:

De opbouw van elk kwalificatiedossier (KD) voor het MBO bestaat uit vijf onderdelen, te weten: een beschrijving van de *Kerntaken* en *Werkprocessen* zoals die in het beroep voorkomen, en daarnaast een



beschrijving van de *vakkennis, vaardigheden en houdingsaspecten* (in samenhang 'een *competentie*'). Een student wordt *competent* geacht, indien deze de drie te onderscheiden onderdelen (k, v, h) bewust en verantwoord kan inzetten in de context van het werk (dwz tijdens de werkprocessen die behoren bij een van de kerntaken van het beroep). De examenprogramma's binnen het VMBO kennen een iets andere, maar op dezelfde leest geschoeide opbouw (de inzet van k, h, v moet door de leerling verantwoord kunnen worden tijdens het uitvoeren van een gehele taak en/of deeltaken). Vanuit deze achtergrond, gecombineerd met grondslagen uit de onderwijs- en leerpsychologie, kom ik tot de volgende reflecties over de eerste pagina's van het tussenproduct.

Toelichting: van visie naar grote opdrachten

De vier manieren van beschrijven (vaardigheden, denkwijzen, contexten, concepten) lijken samen te vallen met de vier basisconcepten van het Bloemmodel (Vereniging Hogescholen, 2012) voor de ontwikkeling van krachtig beroepsonderwijs, te weten: content, context, doelgroep en didactiek. Het lijkt erop dat de ontwikkelgroep M&N vanuit dezelfde grondelementen heeft geredeneerd als destijds de auteurs van de kennisbasis Docent Technische beroepen¹ (Vereniging Hogescholen, 2012). Er is echter een aantal opvallende verschillen waar te nemen.

Toelichting: van visie naar Grote Opdrachten (GO).

Categorie 1. *Vaardigheden* – de beschrijving van deze categorie raakt vooral *intellectuele en cognitieve* vaardigheden (bijv: kaartlezen, redeneren of ontwerpen), maar doen vooralsnog geen beroep op motorische vaardigheden die een praktische of fysieke inzet vragen (houtbewerken, instrumenten installeren, elektriciteit aanleggen, zagen, boren, etc). Omdat er ook voor het vmbo wordt ontwikkeld, verdient deze categorie meer aandacht voor de praktijkgerichte component.

Categorie 2. *Denkwijzen* – de manier van beschrijven blijft erg abstract en kent een hoog aggregatie niveau (oorzaak-gevolg reacties, structuur en functie). Deze 'denkwijzen' beschrijven nu vooral het *doel* of de *uitkomst* van een denkproces, meer dan het *denkproces* zelf. Deze categorie zou aan kracht kunnen winnen als wordt uitgegaan van de cognitieve leerprocessen² die daaraan ten grondslag liggen (zie ook reflectie op Deel 1³)

Categorie 3. *Contexten* – de beschrijving is helder, maar lijkt uit te gaan van een gegeven 'status quo' door de uitspraak dat "kennis daar betekenis krijgt". Dat zal zeker gebeuren, maar pas nadat een leerling/medewerker de context eerst heeft ondergaan en geïnterpreteerd. Van daaruit zal hij afleiden welk appel die context op hem of haar doet (indien er tenminste ook een bepaalde ruimte wordt gecreëerd voor eigen initiatief, keuzevrijheid en daarmee zelfregulatie) wat belangrijk is voor de motivatie (Selfdetermination Theory⁴). Welk handelen wordt nu van hem/haar verwacht en gevraagd? Hierin zit een sterk individuele en persoonlijke component, die tevens raakt aan morele en ethische aspecten van het werk (belangrijk voor het zich 'thuis voelen' in een bepaalde beroepscontext. Deze invalshoek is gerelateerd aan de persoonlijke waarden/normen, waar tijdens het LOB-gesprek op kan worden ingehaakt).

¹ HBO-raad (2012). *Kennisbasis docent technische beroepen*. Den Haag: HBO-raad, Vereniging Hogescholen. NB: hoewel in 2018 deze kennisbasis is vernieuwd, zijn de basisprincipes herkenbaar gebleven.

² Bloom; Vermunt & ten Dam etc.

³ Hattie, J. & Yates, G.C.R. (2014). *Visible learning and the science of how we learn*. Routledge.

⁴ Ryan, R.M. & Deci, E.L. (2000). Intrinsic and Extrinsic Motivations: Classic Definitions and New Directions. *Contemporary Educational Psychology* 25, 54–67. doi:10.1006/ceps.1999.1020, available online at <http://www.idealibrary.com>.



Categorie 4. *Concepten* – wordt als ‘vormen van kennis’ beschreven, hetgeen mij nogal vreemd voorkomt. Een concept, in de context van een curriculumonderdeel, voldoet beter aan de omschrijving van Ensie: “Een abstract begrip dat op grond van waarnemingen of theoretische gronden geconstrueerd is; concepten vormen de bouwstenen van theorieën; zij kunnen pas na operationalisatie tot een variabele gemeten worden. Bijvoorbeeld sociale klasse kan tot opleiding of inkomen geoperationaliseerd worden”.⁵ De huidige beschrijving verdient derhalve een aanpassing.

Met betrekking van Figuur 1. heb ik twee opmerkingen:

1: de verbindingslijnen tussen de blokken suggereren onderlinge verbanden. Echter, verwijzen de lijnen niet juist naar de opbouw en indeling van de tekstopbouw (deel 1 en deel 2)? Mijns inziens vertegenwoordigen ze *niet* de onderlinge samenhang van de blokken. Mocht het anders zijn dan graag een toelichting toevoegen.

2: voor de positionering van de vier blokken *vaardigheden, denkwijzen, contexten en concepten*, veronderstel ik een volgorde van rechts naar links. Namelijk, een *concept* (curriculumonderdeel) is de bouwsteen waarover iets geleerd/ervaren moet worden. Dit concept bevindt zich uiteraard in een *beroeps-context* waar verschillende (onderwijs- en leer)doelen (kerntaken/werkprocessen) aan gekoppeld zijn, die bij het bereiken ervan, om verschillende *vaardigheden* (competenties) vragen. [Om de beschreven doelen te bereiken, word door de docent bewust gekozen voor bepaalde (vak)didactische werkvormen die de beoogde *leer- en denkprocessen* ontlokken]. Dit totale proces wordt wel verwoord met de term ‘constructive alignment’ (Biggs & Tang, 2007)⁶ en laat tevens zien dat de vier eerder beschreven ‘denkwijzen’ als het ware ingrediënten zijn van een totaal en inclusief onderwijsproces (zie Fig 1. Bloemmodel). De vier categorieën zijn als zodanig theoretisch wel te onderscheiden, maar praktisch niet te scheiden in eenheden.⁷

Binnen het Bloemmodel verwijst het “hart” naar de rol van de docent, die vanuit zijn professionele identiteit (waarden, normen, voorkeuren en opvattingen) eigen voorkeuren heeft voor de inhoud van elk van de blaadjes. Het is de kunst van de docent om bewust te zijn van die eigen identiteit, en hoe die wordt overgedragen/voorgeleefd binnen het onderwijs. Daarbij vormen bepaalde preoccupaties en routines mbt de content, context, doelgroep en didactiek een potentieel risico voor niet-efficiënt onderwijs, maar biedt ook de mogelijkheid tot specialisaties. Intervisie, professionalisering blijft derhalve onontbeerlijk.

Over Deel 1. Elk subconcept valt als het ware uiteen in onderliggende processen:

Vaardigheden: Modelgebruik en –ontwerp gaat feitelijk over de mentale representaties van de complexe werkelijkheid. Daarin wordt het mentale model helder en/of vraagt bijstelling ervan (door bijv. accommodatie of assimilatie, Piaget) *Ontwerpen*: vereist kennis over de geschiktheid en toepasbaarheid van materialen/ instrumenten/stoffen, etc.

⁵ <https://www.ensie.nl/betekenis/concept?q=Concept>

⁶ Biggs J. & Tang, C. (2007). *Teaching for Quality Learning at University*. Maidenhead: Open University Press.

⁷ Klatter, E.B. (2015). *Professionele identiteit in perspectief. Intensieve relaties voor ijzersterk beroepsonderwijs*. Rotterdam: Lectorale rede, Hogeschool Rotterdam Uitgeverij. (<https://www.bvekennis.nl/Bibliotheek/15-0277.pdf>)



Onderzoeken: focust op gevolgtrekking van de bevindingen en raakt dus de consequenties, maar niet de onderliggende vaardigheden die moeten worden ingezet om onderzoek te kunnen doen!

Denkwijzen: in de beschrijvingen bevindt zich een inconsistentie, die enerzijds gericht is op de *eigen doelstellingen* en anderzijds op *de uitwerking* (in concepten). Tevens vallen de teksten onder de zes kopjes uiteen in verschillende ‘denkprocessen’, zoals: (patronen) ordenen, classificeren, (oorzaak-gevolg) logisch redeneren, transfereren, kritisch denken, (systeemdenken) schematiseren, analyseren, ordenen, relateren, (structuur-functie denken) deduceren, relateren, toepassen, (stabiliteit en verandering) vergelijken, verklaren, relateren, (risico’s en veiligheid) waarderen (met daarin een moreel aspect), nadenken over consequenties, vooruitdenken, inschatten.

Tenslotte verwijzen drie van de negen kopjes naar ‘een concept’ ipv een denkwijze, nl: patronen, structuur, risico’s en veiligheid.

De Grote Opdrachten - Een aantal vragen komen op:

- hoe worden de concepten bij deze opdrachten gekozen/in kaart gebracht?
- is voorliggende selectie afkomstig van het huidige, nog bestaande curriculum, vanuit de eigen voorkennis, of..?
- praktisch alle voorbeelden zijn contextloos en komen uit “de oude doos”. dit roept om een up-grading.

Tips:

- gebruik de denkkracht van studenten bij het genereren van vernieuwing!
- denk vanuit nieuwe contexten ... kijk eventueel naar curricula van hbo’s, daar worden IIn naar toe opgeleid. Zo brengt de sector evenementen, logistic management, transport, toerisme en tuinbouw vele inspirerende contexten naar voren.
- bekijk krantenartikelen, vacature sites of benader uitzendbureaus voor de laatste trends in banen, functies en de benodigde competenties, en destilleer daaruit de context voor authentieke opdrachten
- creëer of beschrijf contexten zodanig dat studenten/IIn er graag meer over willen weten. Niet alleen aanbod, van de stof, maar juist het willen vullen van de ‘open gaten’ nodigt uit tot leren.

En verder:

- De titels van de zeven grote opdrachten lijken me adequaat en dekt het domein Mens & Natuur de ambitie om *technologie, gezondheid, duurzaamheid* (TGD) een plek te geven in elke grote opdracht lijkt me geen vraag, eerder een basisprincipe (waar we niet meer onderuit kunnen, omdat het elk thema raakt).
- Daarbij opgemerkt dat TDG een expliciete vermelding verdient! Het komt nu nog niet sterk uit de verf.

Bijlage 1:

- **b) de leerling** verkent zicht en de wereld vanuit verwondering..... Probeer echt die verwondering te ontlokken, door niet alles dicht te timmeren in een curriculum. Hebben *en voelen* leerlingen ook



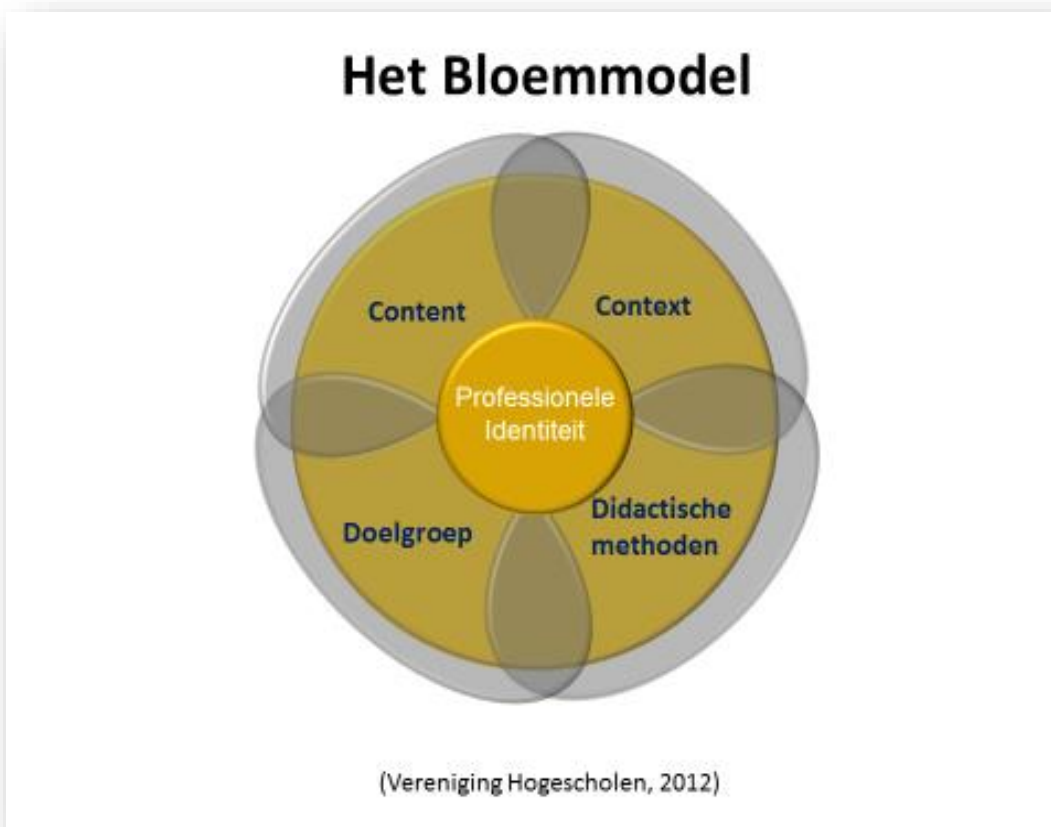
echt mogelijkheid tot eigen inbreng in het onderwijs? (Dit vraagt veelal een oriëntatie-wijziging van docenten, het hart vd Bloem)

- **c) onderwijs**, daarin graag het begrip 'zelf verantwoordelijkheid' voor de leerling opnemen.
- in paragraaf c mis ik de rol van de leraar/docent als inspirator, vragen steller, confronteerder, richting geveer!

Bijlage 2:

- Visie: De visie geeft aan wat het leergebied bijdraagt.... Het lijkt me niet dat een visie een vaststaand concept is, maar een visie beschrijft het doel of de doelstelling van een individu waarnaar toe hij/zij wil investeren.

Tot slot, wil dit nieuwe curriculum ook geschikt zijn voor het vmbo, dan zal er meer aandacht uit moeten gaan naar het overbruggen en integreren van de inhoud van de 10 beroepsgerichte profielen.



Mijns inziens zou het onderwijs aan kracht winnen indien het AVO onderwijs meer kenmerken vertoont van het beroepsgerichte onderwijs.

Figuur 1. Bloemmodel (Bron: Kennisbasis Docent Technische beroepen, 2012)

Reactie 5.

De opdracht was te reflecteren aan de hand van vier vragen. Ik heb ervoor gekozen dichtbij product 3 te blijven om geen kloof te laten ontstaan tussen een algemene beschouwing en de vragen waar het



ontwikkelteam voor staat. Bovendien hangen de vier aspecten (vakinhoudelijke kwaliteit, kern, samenhang en doorlopende leerlijn) samen. Ze komen in mijn reactie wel alle aan de orde.

1. Het ontwikkelteam heeft bewonderenswaardig grote stappen gezet vergeleken met het tweede product

- a. Een omvattend raamwerk is opgesteld met als componenten vaardigheden, denkwijzen, concepten en contexten. Dit raamwerk sluit voor een belangrijk deel aan op internationale voorbeelden.
- b. De keuze van de drie pijlers (duurzaamheid, gezondheid en technologie) bij de inrichting van de 'grote opdrachten' geven aan wat het maatschappelijk belang is van het leergebied Mens en Natuur. Technologie krijgt nu veel meer aandacht in de grote opdrachten.

2. Kanttekeningen met suggesties voor verbetering

- a. Er is geen aandacht voor de aard van natuurwetenschappen en technologie (zie voor voorbeelden het voormalige vak ANW, Harlen (2015), OECD (2017) en IOP (2018)). Zo verwijst het PISA-raamwerk van de OECD (gericht op 15 jarigen) naast vakinhoudelijke kennis expliciet naar zowel procedurele als epistemische kennis als zijnde kennis over wetenschap. Dat is van belang om wetenschappelijke berichten te kunnen interpreteren en 'fake news' te herkennen. Dat lijkt mij een belangrijke rol van M&N bij burgerschapsvorming.
- b. De afzonderlijke disciplines worden op p. 18 (in een voetnoot!) wel genoemd in de bijgestelde visie maar wat is hun rol? Moeten de leerlingen bewust worden gemaakt van de overeenkomsten en verschillen tussen de disciplines of blijft dat impliciet? In de vakdidactische literatuur is de dominante visie dat interdisciplinariteit die niet aansluit bij disciplines pre-disciplinair blijft. Dat lijkt mij voor het PO geen probleem maar wel voor de onder- en bovenbouw VO. Concepten, vaardigheden en denkwijzen hebben – met reden - vaak verschillende inkleuring in de disciplines.
- c. Conceptueel zijn de 'grote opdrachten' veel te mager ingevuld. Er worden wat begrippen genoemd maar er wordt te weinig verwezen naar de grote verworvenheden van de mensheid (de inhoudelijke big ideas), die wel te vinden zijn bij Harlen (2010) voor natuurwetenschappen en IOP (2018) voor natuurkunde. Ik weet dat voor scheikunde en biologie in Engeland aan soortgelijke documenten wordt gewerkt. Louter de thematische invalshoek kiezen heeft het nadeel dat begrippen alleen betekenis krijgen in een specifieke context en geïsoleerd van het disciplinaire raamwerk aan bod komen (McPhail (2018)). Dat is dus geen voorbeeld van samenhang. Ik verwacht ook dat het draagvlak onder vervolgoopleidingen en wetenschap wordt bevorderd door inhoudelijk meer duidelijkheid te bieden.
- d. De verwijzing naar algemene vaardigheden is fragmentarisch en zwak onderbouwd. Het aantal verwijzingen in de grote opdrachten varieert van 0 tot 7. Duidelijk moet worden wat de specifieke rol van deze algemene vaardigheden is in het leergebied M&N.



- e. De rol van 'grote opdrachten' is nog onduidelijk: is het een tussenstap in de bepaling van bouwstenen of onderdeel van het leerplankader? De naamgeving 'grote opdracht' blijft verwarrend voor het onderwijs.
- f. De voorbeelden van activiteiten (voor PO en VO) in de 'grote opdrachten' zijn te klein om als illustratie te dienen voor de aard van de grote opdracht. Ze lijken mij ook niet inspirerend voor docenten.
- g. Voorbeelden van leerlijnen zijn noodzakelijk, zie NGSS (2013), Harlen (2015), IOP (2018). Die zijn wel gekoppeld aan bovengenoemde 'big ideas' en dat lijkt mij ook noodzakelijk om samenhang te bewaken.
- h. De drie vaardigheden (modelgebruik en -ontwerp, ontwerpen en onderzoeken) worden nog te beknopt uitgewerkt. Beter is dat gedaan voor de denkwijzen maar ook die behoeven m.i. meer toelichting. De denkwijze 'systemen' vind ik te biologisch ingevuld en lijkt voornamelijk gekoppeld te zijn aan schaal. In de natuurkunde heeft systeem een meer verklarende betekenis.
- i. De keuzen worden niet voldoende verantwoord in relatie tot de aangehaalde literatuur. Er wordt wel naar verwezen in algemene zin maar niet waarom sommige ideeën wel en andere niet zijn overgenomen.

3. Een vooruitblik

In de vierde ontwikkelsessie wordt – naar ik heb begrepen – gewerkt aan bouwstenen. Ik zie als groot probleem dat niet duidelijk is wat onder 'bouwsteen' wordt verstaan. In het derde product van het ontwikkelteam (figuur 1, p. 3) kom ik twee soorten bouwstenen tegen: (1) bestaande uit louter vaardigheden, (2) combinaties van vaardigheden, denkwijzen, contexten en concepten. De eerste soort kan ik mij voorstellen als uitwerking van de vaardigheden genoemd op p. 4. Maar soort (2) lijkt mij zeer problematisch: dat kan van alles worden, de mogelijkheden zijn talloos. Voorbeelden zie ik wel in de Next Generation Science Standards, maar dat zijn eindtermen waarin concepten, denkwijzen en vaardigheden aaneen zijn gesmeed. Dat zijn er echter heel veel en het lijkt mij volstrekt onhaalbaar voor het ontwikkelteam om in de beperkte tijd tot zo'n alomvattende uitwerking te komen voor alle leeftijden en schoolsoorten.

Het is m.i. dus belangrijk dat in de aansturing van het ontwikkelteam helder wordt gemaakt wat wordt verstaan onder 'bouwstenen'.

Mijn voorkeur gaat uit naar de manier waarop de Next Generation Science Standards zijn onderbouwd met het vooraf gepubliceerde *A Framework for K-12 Science Education: Practices, crosscutting concepts, and core ideas* (NRC 2012). Dat wordt algemeen gezien als een inspirerend document (meer dan 5700 keer geciteerd) en is in de VS geaccordeerd door vele vakorganisaties van docenten en wetenschappers. Daarin worden de componenten vaardigheden, denkwijzen en inhouden helder beschreven. Dat zijn namelijk de bouwstenen voor de standards.

Voor M&N zou dat betekenen een nadere uitwerking van vaardigheden, denkwijzen en contexten. Daar is een aanzet voor gegeven. Voor inhouden is meer gevraagd. Het zou betekenen het schetsen van de big ideas die van belang zijn voor de huidige grote opdrachten (zie 2a-c), dus zowel de aard van natuurwetenschappen als de bijdragen vanuit de disciplines.



4. Meer algemeen: nut en noodzaak van curriculum.nu

Uit recente discussies met docenten maak ik op dat hen vaak niet duidelijk is wat het probleem is en waarom het op deze uitgebreide manier zou moeten worden opgelost. Dat vereist m.i. aandacht van de regiegroep op de volgende punten:

- a. Wat is er mis met het huidige onderwijs: doen wij het als docenten niet goed? Waarom zijn wij gebaat bij een nieuw curriculum?
- b. Wat is de reikwijdte van curriculum.nu: PO en onderbouw VO (het funderende onderwijs) of het hele PO en VO?
- c. Is het probleem het PO waar meestal weinig onderwezen wordt in M&N? Maar heeft dat vooral te maken met het curriculum of met huidige randvoorwaarden als tijd en prioriteit, geld, en affiniteit en bekwaamheid van docenten?
- d. Wat gaat dit betekenen voor de examenprogramma's?
- e. Moet het onderwijs in leergebieden worden aangeboden, of in de afzonderlijke vakken of in een samenwerkingsverband van docenten van het leergebied M&N? Impliciet wordt de indruk gewekt dat het leergebied moet worden aangeboden volgens de structuur van de grote opdrachten. Dat lijkt mij niet de bedoeling omdat dit veel met het hoe te maken heeft.

Referenties

Harlen, W. (Ed.) (2015). *Working with Big Ideas of Science Education*. Trieste: IAP, the Global Network of Science Academies.

IOP (2018). *Overview of Big Ideas and detailed content for IOP framework* (draft working document). London: Institute of Physics.

McPhail, G. (2018) Curriculum integration in the senior secondary school: a case study in a national assessment context. *Journal of Curriculum Studies*, 50:1, 56-76.

NRC (2012). *A Framework for K-12 Science Education: Practices, crosscutting concepts, and core ideas*. Washington, DC: National Academic Press.

NGSS Lead States (2013). *Next Generation Science Standards: For states, by States*. Washington, DC: National Academic Press.

OECD (2017). PISA 2015 Science Framework. In: *PISA 2015 Assessment and Analytical Framework: Science, Reading, Mathematics, Financial Literacy and Collaborative Problem Solving* (pp 19-48). Paris: OECD Publishing.

Reactie 6.

Allereerst mijn complimenten voor het tussenproduct met grote opdrachten (GO) dat er nu ligt. Mijns inziens biedt het een aanzet om tot een samenhangend programma te komen en de ontwikkeling van natuurwetenschappelijke en technologische geletterdheid van leerlingen van 4-18 vorm te geven. Het is echter ook duidelijk dat er nog veel moet gebeuren voordat er een dergelijk programma ligt.

Ik wil in deze reactie een aantal aandachtspunten benoemen die het ontwikkelteam kunnen helpen om een volgende stap te maken. Daarbij wijk ik enigszins af van de aan mij verstrekte opdracht, waarin o.a. gevraagd is om te reflecteren op de vakinhoudelijke kwaliteit. Deze is namelijk aan de hand van



het derde tussenproduct niet te beoordelen en bovendien kan ik niet beoordelen in hoeverre “de tussenproducten aansluiten op recente vakinhoudelijke ontwikkelingen in de wetenschap”.

Uitwerking van grote opdrachten

De grote opdrachten bieden mogelijkheden om een samenhangend programma voor het leergebied te ontwikkelen. De naam GO is misschien verwarrend, maar ik ga ervan uit dat de GO thema's aanduiden die vanaf het PO tot en met het laatste jaar van VO worden benut om begrippen en vaardigheden van leerlingen te ontwikkelen.

Ik vind de thema's van de GO goed gekozen. Ik heb een aantal GO uitgewerkt in onderwerpen en kan er veel in kwijt. Interessant zijn de GO waarin thema's worden genoemd die op dit moment niet of nauwelijks bij natuurwetenschappelijke vakken aan de orde komen (techniek, GO6, GO7) maar die inhoudelijk goed in het domein natuur passen. Ik vind dat een welkome uitbreiding.

Een aantal opmerkingen:

- De brede vaardigheden zijn bij alle GO vrijwel hetzelfde en zijn zonder voorbeelden niet veelzeggend.
- De voorbeelden zijn weinig inspirerend en niet illustratief.

Vaardigheden, begrippen, contexten

In het tussenproduct worden de termen vaardigheden, denkwijzen, concepten (wat mij betreft liever 'begrippen') en contexten veelvuldig gebruikt, maar ik vind het lastig om te begrijpen wat hier wordt bedoeld. Hoewel onderzoekers, curriculumontwikkelaars en leraren eindeloos kunnen redetwisten over betekenis van onderwijstermen en het niet altijd eens worden, is dit niet zonder betekenis, omdat onder de betekenissen opvattingen over onderwijs schuilgaan. Bovendien zullen deze termen ook bij de verdere ontwikkeling een belangrijke rol spelen.

Een aantal opmerkingen hierover (van verschillend belang):

- Het is onjuist om vaardigheden te omschrijven als activiteiten of gedrag. Het beheersingsniveau van vaardigheden is daar wel uit af te lezen, maar ze kunnen niet worden gelijkgesteld. Ik zou bij de vaardigheden ook 'onderzoeken' noemen, want dat is een centrale vaardigheid in de natuurwetenschappen.
- Het komt bij mij wat vreemd over om naast vaardigheden ook denkwijzen te onderscheiden. Vooral als 'redeneren' een vaardigheid wordt genoemd en vervolgens bij denkwijzen redeneervormen (oorzaak-gevolg, structuur-functie) als voorbeelden worden genoemd. Overigens wordt op pagina 6 de term 'redeneervaardigheden' gebruikt. Het is juister en sluit beter aan bij onderzoek om de term denkwijzen te vervangen door '(vormen van) redeneren'.
- Contexten worden omschreven als “situaties waarin kennis betekenis krijgt”. Voor het onderwijs is vooral het uitgangspunt interessant dat contexten *nodig zijn* om kennis te ontwikkelen. Ik zou bij de voorbeelden van contexten ook 'wetenschappelijk onderzoek' toevoegen. Gezien het bovenstaand ligt het voor de hand dat ik de zin “vaardigheden en denkwijzen zijn nodig om de contexten en concepten te leren doorgronden” (p. 3) niet begrijp.
- Concepten (begrippen) worden “vormen van kennis” genoemd. Dat is een smalle omschrijving omdat in de onderzoeksliteratuur 'concepts' breder worden opgevat: het



zijn abstracties die gebaseerd zijn op onze ervaringen. Zie hiervoor bijv. het werk van

Jerome Bruner 1. Concepten zijn aggregaties van kennis en vaardigheden. Om die reden is het kunstmatig om die sterk te scheiden. Dat wordt ook duidelijk bij de drie vaardigheden (modelgebruik, ontwerpen, onderzoeken), waarin vaardigheden, kennis en attitudes verweven zijn. Het lijkt me daarom niet zinvol om het onderscheid zo strikt te handhaven.

- Modellen: Ik kan mij geheel vinden in de stelling dat modellen een centrale plaats innemen in de natuurwetenschappelijke kennisvorming, maar het is onduidelijk wat het ontwikkelteam bedoelt met modellen. Uit de gegeven toelichting lijkt het erop dat de betekenis van modellen nogal smal wordt opgevat, terwijl een bredere omschrijving kan inhouden dat veel representaties (in brede zin zijn dat symbolen, formules, grafieken, schema's, mathematiseringen, afbeeldingen), die in de natuurwetenschappen gebruikt worden, als modellen kunnen worden beschouwd. Zo zou ik bijv. de wet van Ohm een model noemen, maar is dit nu een model "om de werkelijkheid in beeld te brengen", omdat "de werkelijkheid te groot, te klein en te complex is"? Verduidelijking van de betekenis van modellen is dus een vereiste.
- Onderzoeken: De omschrijving die wordt gegeven is nogal eenzijdig en lijkt uitsluitend gericht op causaliteit ("zoeken naar en vinden van oorzaken van verschijnselen in de natuurlijke en gemaakte wereld"). Hoewel het beschrijven van causaliteit een belangrijk onderdeel is de natuurwetenschappen, omvat onderzoeken veel meer activiteiten zoals beschrijven, meten van eigenschappen, ontwikkelen van theorieën en modellen, waarbij het niet altijd gaat om causaliteit.
- Een belangrijk onderdeel dat ik mis in het tussenproduct, is wat in de literatuur wordt aangeduid als 'nature of science' (NoS). De afgelopen tientallen jaren is in het onderzoek naar science education dit begrip een belangrijk aandachtspunt geworden. NoS gaat over kennis over natuurwetenschap. NoS betreft o.a. de aard van wetenschappelijke kennis (epistemologie) en de wijze waarop deze kennis wordt verworven (methodologie, wetenschapssociologie). Men is dit steeds belangrijker gaan vinden omdat voor leerlingen vaak niet duidelijk is wat het verschil is tussen wetenschappelijke kennis en andersoortige kennis. Dat is belangrijk omdat steeds meer mensen wetenschappelijke kennis wantrouwen (neem als voorbeeld de teruggelopen vaccinatiegraad, het nog steeds relativeren van de evolutie'theorie', en het toenemend geloof in allerlei internetgoeroes). NoS heeft dus ook een sterke relatie met burgerschapsvorming.
- Bovendien biedt NoS een oriëntatie op het wetenschappelijke opleidings en beroepenveld. Onderzoek van o.a. Ledermann heeft laten zien dat leerlingen naïeve ideeën hebben over wat wetenschap en onderzoek inhouden². NoS is ook onderdeel van wetenschappelijke geletterdheid in het PISA framework.
- Hoewel op een aantal plaatsen het belang van burgerschap wordt genoemd (o.a. in de pijlers), vind ik de maatschappelijke kant van natuurwetenschappen en techniek onderbelicht in het tussenproduct. Bij de denkwijzen komt het voor als 'risico's en veiligheid' en het wordt genoemd bij de leerstofgebiedoverschrijdende vaardigheden.
- Door het zo te kwalificeren loopt men het risico dat het sterk in de richting van andere domeinen wordt getrokken (zie de opmerking: "dit komt in veel grote opdrachten van andere leergebieden ook naar voren"), terwijl bij het redeneren over milieu, natuur,



duurzaamheid, veiligheid, gezondheid de natuurwetenschappelijke of technische inhoud essentieel zijn. Dus: 'waarderen en oordelen' krijgen alleen inhoud binnen contexten of inhoudelijke domeinen.

Samenhang en ontwikkeling

Om de samenhang binnen de GO, maar vooral *tussen* de GO te realiseren, is er nog heel wat denkwerk nodig. De verbindende schakels moeten hier gevormd worden door de 'vaardigheden en denkwijzen', maar ook de begrippen binnen de GO zijn aan elkaar gerelateerd. Hoe dit vormgegeven gaat worden is nog onduidelijk. Ik stel me voor dat binnen de GO begrippen, vaardigheden en werkwijzen tot een zeker niveau worden uitgewerkt en dat vervolgens in een andere GO die ontwikkeling wordt vervolgd? Dat wordt nog hele puzzel, zeker als dit voor verschillende niveaus (PO, VO onderbouw, VO bovenbouw (vmbo, havo, vwo)) moet worden geconcretiseerd. De 'Kennisbasis natuurwetenschappen en technologie voor de onderbouw vo '3 geeft een idee hoe dit kan worden aangepakt. Voor techniek is hiervoor een voorzet gegeven in het adviesrapport 'Technologie in de leergebieden'⁴. Ook Amerikaans onderzoek naar *learning progressions* is hier interessant. Dat geeft aan hoe de ontwikkeling van concepten en vaardigheden van kinderen van 4-18 verloopt. Dit is bijv. onderzocht voor modelleren, de

koolstofcyclus, energie.⁵ De ontwikkeling van leerlingen kan niet los gezien worden van hun culturele achtergrond, en er moet rekening gehouden worden met de toenemende diversiteit van leerlingen. Ook de nog steeds lage instroom van vrouwen in de hardere bèta- en technische disciplines moet een belangrijk aandachtspunt worden van het onderwijs in de natuurwetenschappen en techniek. Er wordt recentelijk veel onderzoek gedaan naar de ontwikkeling van de wetenschappelijke identiteit van leerlingen en hoe die samenhangt met affectieve, etnische en culturele factoren en gender.⁶

Mono- en interdisciplinariteit

Het huidige tussenproduct biedt een perspectief op samenhang tussen natuurwetenschappelijke vakken en techniek. Een samenhangend programma kan grote voordelen hebben. Allereerst omdat belangrijke thema's (klimaatverandering) een multi- of interdisciplinaire aanpak vragen. Veel inhouden van bètaschoolvakken zijn niet te begrijpen zonder kennis van andere bètavakken (Bijv. biologie en scheikunde). Daarnaast kan de overladenheid van de programma's, die vaak door leraren wordt genoemd, worden aangepakt door een betere samenhang. Techniek is sterk verweven met natuurwetenschappen en het is een goede ontwikkeling dat het nu daarbij aan de orde komt.

Bij het creëren van samenhang is het van belang om de eigenheid van disciplines en domeinen te bewaren. Hoewel er steeds meer wordt gesproken over geïntegreerd STEM onderwijs, wijzen onderzoekers en curriculumontwikkelaars erop dat interdisciplinair onderwijs pas succesvol kan zijn als ook de denk- en werkwijzen van disciplines voldoende zijn ontwikkeld. In het tussenproduct staat hierover een onhelder standpunt, namelijk dat denkwijzen en vaardigheden bij de vakken hun eigen inkleuring krijgen (p. 4). Dit zou inhouden dat er geen vakspecifieke (beter: domeinspecifieke) denkwijzen en vaardigheden zouden zijn? Dat lijkt me een bizar standpunt, want het determineren van planten is toch puur biologisch, en als je het



‘categoriseren’ als vaardigheid noemt dan verliest het zijn betekenis. Zo is er onder onderwijsonderzoekers consensus dat een term als ‘wetenschappelijk redeneren’ geen betekenis heeft zonder domein of context⁷

Bij het creëren van samenhang speelt de schoolsituatie een belangrijke rol. Ervan uitgaande dat de huidige schoolvakken blijven bestaan, wordt er veel samenwerking en coördinatie gevraagd om de samenhang te realiseren. Scholen moeten meer dan nu vaak gebruikelijk is inhouden van vakken op elkaar afstemmen. Daarbij zijn ook andere vakken, zoals wiskunde en talen betrokken. Bij de afstemming spelen methoden ook een grote rol. Het zoveel mogelijk zichtbaar maken van de samenhang lijkt me een belangrijk aandachtspunt bij de volgende stappen in het ontwikkelingsproces.

De rol van leraren

Een belangrijke vraag bij de ontwikkeling van een programma betreft de uitvoerbaarheid ervan. De beoogde samenhang en ontwikkeling van leerlingen kan alleen een succes worden als dat door leraren wordt gedragen. Bekend is dat er in het PO weinig leestijd besteed wordt aan Natuur & Techniekonderwijs en dat de zwakke natuurwetenschappelijke achtergrond van leraren daarbij een belangrijke factor is. Als die achtergrond niet wordt verbeterd en als de huidige vrijblijvendheid bij het geven van onderwijs in de natuurwetenschappen en techniek blijft bestaan, dan komt de ontwikkeling van leerlingen onvoldoende van de grond. Dat heeft ook consequenties voor de ontwikkeling van hun wetenschappelijke identiteit en latere carrière. In het VO is er een toenemende trend naar meer samenwerking en afstemming tussen vakken maar de praktijken op scholen lopen nogal uiteen. Op veel scholen kan de samenhang nog sterk verbeterd worden. Leraren hebben behoefte aan good practices die binnen scholen zijn ontwikkeld. Er zijn hier al goede aanzetten gegeven bij o.a. WON scholen en Technasiums scholen. Belangrijk is dat deze praktijken worden uitgebouwd en worden overgedragen naar andere scholen.

Referenties

- 1 Bruner, J. (1966). *Toward a Theory of Instruction*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- 2 Lederman, N. G. (2013). Nature of science: Past, present, and future. In N. G. Lederman, and S. K. Abell, (eds.) *Handbook of research on science education* (pp. 845-894). Routledge.
- 3 Ottenvanger et al. (2014). *Kennisbasis natuurwetenschappen en technologie voor de onderbouw VO*. Enschede: SLO.
- 4 Van Dijk, G. et al. (2017). *Technologie in de leergebieden. Advies over de positie van Techniek en Technologie in primair en voortgezet onderwijs*. Den Haag.
- 5 Corcoran, T.B. et al. (2009). *Learning Progressions in Science: An Evidence-Based Approach to Reform*. CPRE Research Reports.
- 6 Trujillo, G., & Tanner, K. D. (2014). Considering the role of affect in learning: Monitoring students' self-efficacy, sense of belonging, and science identity. *CBE—Life Sciences Education*, 13(1), 6-15.
- 7 Fischer, F., Chinn, C.A., Engelmann, K., & Osborne, J. (Eds.) (2018). *Scientific reasoning and argumentation. The roles of domain-specific and domain-general knowledge*. New York: Routledge.

Reactie 7.

Geachte leden van het ontwikkelteam “Mens en Natuur”,



Om te beginnen wil ik graag opmerken dat er n.a.v. van voorgaande feedbackronde veel verbeteringen zijn aangebracht. Het is geen gemakkelijke opgave waar jullie als ontwikkelteam voor staan. In het document met tussenproducten heb ik op verschillende plaatsen opmerkingen geplaatst en tekst gemarkeerd. Soms met opmerkingen die vooral ingaan op de gekozen beschrijving of tekst, maar ik heb ook een aantal vragen / opmerkingen die van structureler en meer basale aard zijn. Hoewel je die ook tegenkomt in het document, heb ik die hieronder nog even op een rij gezet en waar nodig van aanvullende uitleg voorzien. Vervolgens geef ik mijn reactie op de bijgestelde visie, daarna geef ik antwoord op de door u gestelde vragen.

Vier manieren van beschrijven

Hoewel ik me op hoofdlijnen wel kan vinden in de keuze voor deze vier onderdelen, verbaas ik mij over de volgorde ervan en blijf ik met een enkele vraag zitten.

Waarom denkwijzen apart benoemen? Zijn dit geen vaardigheden? Waarom zijn de attituden weggelaten? Hoewel het daadwerkelijk 'aanleren' ervan ingewikkeld is en wellicht ethische kwesties oproept, zijn die m.i. vaak een resultante van opgedane kennis, vaardigheden en – zeker gezien opdrachten als 'duurzaamheid' wel degelijk gesuggereerd worden als doelstelling.

Positie van concepten en contexten

Afgaande op de hier gegeven beschrijving zijn concepten bedoeld om de vakinhoudelijke kennis te beschrijven. M.i. zijn die vanuit onderwijskundig perspectief van eenzelfde orde als de vaardigheden en de denkwijzen. Die drie vormen m.i. gezamenlijk de leerdoelstellingen die we in het onderwijs hebben.

De contexten zijn van een andere orde, die beschrijven mogelijke 'situaties' (ongelukkige term, maar OK), praktijken of vraagstukken die betekenis kunnen geven aan de concepten, vaardigheden en denkwijzen in de wijze van gebruik daarvan. Op die manier geven de contexten ook een kapstok of invulling van waaruit de vakinhoudelijke kennis ontsloten kan worden. Dat maakt het gebruik van contexten tot een didactisch vehikel waarmee leerlingen zich de vakinhoudelijke kennis, vaardigheden en denkwijzen eigen kunnen maken.

Daarom zou ik het mooier vinden om concepten, vaardigheden en denkwijzen bij elkaar te plaatsen en de contexten apart daarvan.

Dit punt wordt nog wezenlijker bij het bestuderen van figuur 1, daar deze volgorde nu ook gebruikt is om een onderscheid te maken tussen twee afzonderlijke structuren binnen het vakgebied. Ik vind dit een **bijzonder ongelukkige keuze**. Dat lijkt te worden gereflecteerd in de onderliggende 'bouwstenen', waarbij er een wordt gevormd / gevoed (wat betekenen de verbindingslijnen in deze figuur?) door de vaardigheden, denkwijzen en concepten.

Grote opdrachten

Er wordt aangegeven dat er in de grote opdrachten een 'mix' is gemaakt tussen contexten en concepten. In welke verhouding? Wat betekent zo'n mix? Hoe verhouden concepten en contexten zich binnen zo'n opdracht tot elkaar.

Hoewel er duidelijk wordt aangegeven dat er geen keuze wordt gemaakt mbt concepten, vind ik dat wel degelijk een enorm gemis. Dat, in combinatie met de bijzonder brede beschrijving van de grote



opdrachten maakt dat deze volgens mij niet onderscheidend zijn ten opzichte van elkaar. Alles kan erin, maar niet hoeft erin. Kiezen is verliezen, maar door niet te kiezen verlies je nog veel meer, ben ik bang.

Een paar vragen om dit te illustreren:

- In grote opdracht 1 is de microscoop opgenomen vanuit de gedachte dat die een mogelijkheid vormt om informatie te verkrijgen (mijn interpretatie op basis van alinea 3 onder 'relevantie'). Maar is het gebruik van ijzervijlsel om een magnetisch veld in kaart te brengen (voorbeeld bij grote opdracht 2) niet ook gewoon een 'mogelijkheid om informatie te verkrijgen'? Waarom hoort dat bij niet bij grote opdracht 1?
- Kringlopen en transport? Is dat niet ook een vorm van energieomzetting en wisselwerking?
- Zijn biodiversiteit en genetica niet een gevolg van wisselwerking en transport tussen verschillende, informatie verwerkende systemen?
- Waar ligt het onderscheid tussen 'natuurlijke grondstoffen en materialen', 'aarde, atmosfeer en klimaat' en 'kringlopen transport'?

Hoewel de keuze voor (een deel van) deze thema's of grote opdrachten nog best te begrijpen zou kunnen zijn, is de basis waarop die keuze wordt gemaakt mij niet duidelijk. Daardoor begrijp ik de keuze op dit moment (nog) niet.

Zie ook mijn eerder opmerkingen over concepten en contexten. De concept-context benadering van de biologie heeft een veel helderder onderscheid gemaakt tussen deze twee, waarmee ook een begrijpelijke structurering is ontstaan van biologische kennis en concepten aan de ene kant (geordend in de systeemmatrix) en contexten als praktijken waarbinnen die biologische kennis wordt gebruikt en betekenis krijgt aan de andere kant. Met deze exercitie lijkt deze ordening volledig opzij geschoven te worden.

Hoewel de betekenis en afbakening van een begrip als context binnen de natuurwetenschappen af en toe nog lastig bleek, is daar een redelijke consensus voor ontstaan. De afbakening zoals die destijds voor de biologie gebruikt is, dient ook niet volledig te worden overgenomen en mag best worden verbreed terwijl je nog steeds de winst houdt van het onderscheidende karakter van beide begrippen concept en context. Hier lijken die echter op een hoop te worden gegooid en verdwijnt dat onderscheid volledig. Dat is zonde en maakt het leergebied niet duidelijker.

Bijgestelde visie op het leergebied

Pijlers technologie, duurzaamheid en gezondheid

Er kunnen veel meer termen worden gekozen als pijlers. Ondanks de hiervoor gegeven argumentatie lijken deze 'pijlers' nog behoorlijk willekeurig gekozen. Hoe verhouden deze pijlers zich tot elkaar, tot de concepten, vaardigheden, denkwijzen en contexten?

Ten eerste lijken deze niet op eenzelfde niveau te liggen. Technologie bijvoorbeeld kan uitdagingen bieden voor duurzaamheid en gezondheid, maar ook oplossingen. Gezondheid of duurzaamheid geeft geen oplossingen voor technologie. Waar technologie een verzameling van culturele werktuigen (inclusief denkwijzen en vaardigheden) representeert, is gezondheid meer een begrip dat een toestand van tijdelijk, min-of-meer stabiel evenwicht beschrijft. Duurzaamheid is helemaal lastig, het begrip heeft uiteenlopende betekenissen. De vraag is op welke duurzaamheid gedoeld wordt: duurzaamheid van wie of wat. Plastics zijn bijvoorbeeld duurzaam in gebruik omdat ze lang mee gaan,



maar de productie en verwerking ervan is niet duurzaam in termen van milieuvriendelijkheid. De suggestie wordt wel gewekt dat het laatste bedoeld wordt, maar een dergelijk dubbelzinnig begrip is niet bruikbaar als pijler om een leergebied te structureren.

De figuur

Ik heb om verschillende redenen moeite met deze figuur.

Om te beginnen suggereert de aardbol dat dat de wereld is. Daarmee laat je een belangrijk deel van die wereld (de rest van ons zonnestelsel, sterrenstelsel en universum) buiten beschouwing. Dat lijkt me niet de bedoeling. Daarnaast staat de leerling in de figuur al centraal, dus wat wil je duidelijk maken met de toevoeging van die aardbol?

Het tweede deel van dit beeld vind ik een begrijpelijk onderscheid enerzijds, maar toch erg lastig anderzijds. Waar ik moeite mee heb is de tweedeling van perspectieven vanuit de disciplines en de maatschappij. Het lijkt me niet de bedoeling te suggereren dat de disciplines buiten de maatschappij staan. Of is het de bedoeling om verschillende perspectieven op de wereld te illustreren? Ik raad aan dan te kiezen voor onderscheid in wetenschappelijke, beroeps-, en leefwereld praktijken.

Tenslotte vind ik de termen urgentie en behoefte niet onderscheidend. Het is duidelijk dat het gaat om behoeften vanuit de leerling en behoeften vanuit de maatschappij, maar waarom zeg je dat niet? Zijn alle maatschappelijke behoeften urgent? Zijn enkel urgente, maatschappelijke behoeften van belang in dit leergebied? Heeft de leerling geen urgente behoeften vanuit zichzelf? De woordkeuze vind ik ongelukkig.

Positie van het leergebied

Doordat de positie in algemene termen wordt omschreven, roept deze beschrijving bij mij behoorlijk veel vragen op. Bij de zin over verdieping van vaardigheden als onderzoeken, ontwerpen en modelleren in het VO krijg ik zeker twijfels. Wat bedoel je met verdieping aanbrengen en waarom worden deze vaardigheden daar nu expliciet benoemd? Het lijkt nu alsof deze drie vaardigheden pas in VO aandacht (moeten) krijgen. Ik hoop niet dat dat de bedoeling is, maar in ieder geval biedt het wel die mogelijkheid. Dat is een enorme, gemiste kans.

Deze vaardigheden moeten in het PO al aan bod komen. Dat blijkt wel uit de kerndoelen die daar tot nu toe voor bestaan en opleiding van leerkrachten. Helaas is dat vaak nog niet het geval, maar het mag niet zo zijn dat een curriculumvernieuwing daarin geen ambities uitspreekt.

Groeirichtingen, bouwstenen en grote opdrachten'

Waarom is er voor deze termen gekozen? De argumentatie voor groeirichting vind ik wat ongelukkig, sinds wanneer hoeft een leerlijn (zeker een doorlopende) een einde te suggereren? Op de grote opdrachten heb ik hierboven al commentaar gegeven en tenslotte zijn ook de bouwstenen m.i. onduidelijk. Ik begrijp niet waarom deze termen toegevoegd worden, omdat ze door gebrek aan heldere definitie enkel meer onduidelijkheid lijken te geven.

Antwoorden op de vragen.

1. Matig, zie mijn toelichting hierboven en opmerkingen in het document zelf.
2. Zie mijn opmerkingen hierboven over de keuze voor deze begrippen.
3. Ik wil nu nog geen specifieke grote opdrachten benoemen, omdat ik vind ze allen te breed geformuleerd zijn. Volgens mij komt dat doordat concepten en contexten door elkaar lopen. Ze worden in ieder geval niet duidelijk en onderscheidend van elkaar benoemd.



4. Idem 3.
5. Wat wordt er bedoeld met titels? Die van de grote opdrachten?
6. Op dit moment geeft de verzameling grote opdrachten geen duidelijkheid over grenzen en dekking van het leergebied.
7. Ik vind dat geen heldere keuze. Ik kan me voorstellen dat gezondheid en duurzaamheid (in milieutechnische zin) wellicht thema's of contexten kunnen vormen. Dat technologie door alle contexten heen loopt, vind ik logisch.
8. 2, zie mij eerdere opmerkingen over deze pijlers en de grote opdrachten.
9. 2. Wederom moet ik verwijzen naar mijn opmerkingen die ik hiervoor heb gemaakt over de onduidelijkheid van en grote overlap tussen de grote opdrachten.
10.
11. 4. Belangrijke thema's, maar ongeschikt als pijlers.