



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

Inleiding

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. Vanaf pagina 25 leest u hun reflecties op de bouwstenen.



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 ontwerpend 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 specifiek 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 heeft 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 beweging, 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, ecologische-economische-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:
 - Kringloopeconomie (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 onderwijsgeveden. 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 beroepen*¹ (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

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.



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).

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 volgordelijkheid van rechts naar links. Namelijk, een *concept* (curriculum-onderdeel) 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

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>.

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>)



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.

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 denkkraft 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:

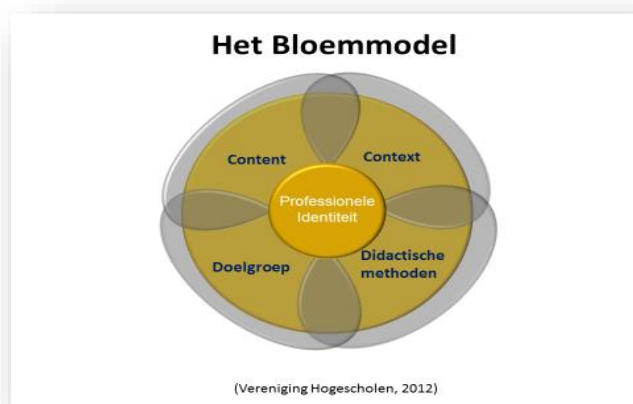
- **b) de leerling** verkent zicht en de wereld vanuit verwondering.... Probeer echt die verwondering te ontlokken, door niet alles dicht te timmeren in een curriculum. Hebben *en voelen* leerlingen ook echt mogelijkheid tot eigen inbreng in het onderwijs? (Dit vraagt veelal een oriëntatie-wijziging 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 sessie 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 opleidingen 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.

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 overlappendheid 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 attitudes 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.



Feedback op de laatste set opbrengsten voor het leergebied Mens & Natuur door de vakinhoudelijke experts voor Mens & Natuur, te weten Anna Hotze, Ellen Klatter, Martin Goedhart, Tineke Beneker, Harrie Eijkelhof en Marc de Vries.

Vraag aan de vakexperts:

Als vakexpert vragen we u te reflecteren op de vakinhoudelijke kwaliteit van de laatste set opbrengsten van het ontwikkelteam Mens & Natuur. Het doel van de reflectie is om tot een betere onderbouwing van de opbrengsten te komen en om de kwaliteit van de opbrengsten te versterken. De focus ligt op de bouwstenen, maar in relatie tot de geformuleerde visie en grote opdrachten. Per bouwsteen is een toelichting geschreven op de samenhang, doorlopende leerlijn en brede vaardigheden. Voor deze reflectie geven we u de volgende aandachtspunten en bijbehorende reflectievragen mee:

1. Vakinhoudelijke kwaliteit: In hoeverre sluiten de bouwstenen (in relatie tot de geformuleerde visie en grote opdrachten) aan op recent vakinhoudelijke ontwikkelingen in de wetenschap? Hoe verhouden de bouwstenen zich tot recente ontwikkelingen in beleid, in de onderwijspraktijk en in de samenleving?
2. Kern: In hoeverre richten de bouwstenen (in relatie tot de geformuleerde visie en grote opdrachten) zich op de kern van het leergebied, dat wil zeggen dat wat voor alle leerlingen in po en vo relevant is? Bieden de bouwstenen voldoende houvast voor verdere uitwerking en aanvulling?
3. Samenhang: In hoeverre borgen de bouwstenen (in relatie tot de geformuleerde visie en grote opdrachten) de samenhang (bijvoorbeeld tussen disciplines, domeinen en/of vaardigheden) binnen het leergebied?
4. Doorlopende leerlijn: In hoeverre bieden de bouwstenen (in relatie tot de geformuleerde visie en grote opdrachten) een basis voor een doorlopende leerlijn po-vo, in aansluiting op de voorschoolse periode en het vervolgonderwijs? Wat is uw visie op de keuzes die zijn gemaakt ten aanzien van de opbouw van inhoud in een doorlopende leerlijn van po onderbouw, po bovenbouw, vo onderbouw en aanbevelingen vo bovenbouw?

Onderstaand vindt u de antwoorden van de vakexperts op deze vragen.



Reactie 1

In deze reflectie heb ik mij met name gericht op het primair onderwijs aangezien daar mijn expertise ligt. Gezien de omvang van het document dat er nu ligt, kan ik niet in alle detail ingaan op iedere opdracht en probeer ik hieronder de grote lijnen te schetsen.

1. **Vakinhoudelijke kwaliteit**

De bouwstenen sluiten voor het basisonderwijs goed aan op recente ontwikkelingen in de wetenschap en maatschappij al denk ik dat de ontwikkelingen in onze hoogtechnologische maatschappij zo hard gaan dat de vraag blijft of je het met je onderwijs altijd kan bijbenen (denk aan big data, VR, nieuwe technologieën in gezondheidszorg etc). Aan de andere kant lijkt mij het hoger onderwijs bij uitstek geschikt voor verder specialisatie ten aanzien van deze nieuwe ontwikkelingen.

Het is goed dat de grote opdracht 'Aard van de Natuurwetenschappen en technologie' is toegevoegd, dit biedt mogelijkheden om in te springen op nieuwe ontwikkelingen. Ik zie echter wel veel overlap in de bouwstenen en doelen voor PO en VO dus ik denk dat dat nog verdere aanscherping nodig heeft.

Het is zeker goed dat de grote opdracht 'maatschappelijke vraagstukken' is ingevoegd met als onderwerpen duurzaamheid en gezondheid. Dit zijn voor het PO ook zeer interessante vraagstukken om in de klas mee aan de slag te gaan en belangrijk om leerlingen hier in het PO al vroeg mee kennis te laten maken. Overigens denk ik dat het onderwerp duurzaamheid nog meer inhoudelijk invulling kan gebruiken. Zeker voor het PO is het goed om hier concrete inhoud aan te geven. Overigens is het goed om dan ook op de pabo's het onderwerp duurzaamheid in het curriculum goed in te bedden. In het algemeen geldt dat dit programma van curriculum.nu ook voor de pabo's grote gevolgen heeft en er een groter aandeel Mens en natuur in het Pabocurriculum opgenomen dient te worden om aankomend leerkrachten goed voor te bereiden. Wat betreft de grote opdrachten 'Werkwijzen' en 'Denkwijzen' lijkt het me aan de ene kant goed dat deze los van de andere grote opdrachten beschreven worden waardoor ze in alle detail zijn uitgewerkt. Aan de andere kant komt het daardoor los te staan van de andere grote opdrachten en de inhoud en zullen leerkrachten PO behoefte hebben aan en klare voorbeelden van hoe zij bijvoorbeeld systemen kunnen behandelen en bijvoorbeeld kunnen werken aan 'input, output, transport en omzetting in een systeem te herkennen'. Dus ik heb me toch afgevraagd of de grote opdrachten 3 en 4 niet verweven kunnen worden met de andere grote opdrachten. De grote opdrachten 5 t/m 10 zijn passend en interessant voor het PO, met een aantal kanttekeningen, zie hieronder.

2. **Kern**

De opdrachten en bouwstenen bevatten zeker de kern van het leergebied voor het PO. Zoals het nu is geformuleerd is het leergebied zeer omvangrijk voor het PO en zou het prachtig zijn als we dit programma in het PO kunnen bewerkstelligen. Echter, hier zit ook een grote zorg van overlappendheid van het programma in het PO. Men dient in het achterhoofd te houden dat er op een gemiddelde school maar een zeer beperkte hoeveelheid tijd aan het domein Mens en Natuur (of Natuur en Techniek) wordt besteed. Tevens hebben veel leerkrachten weinig affiniteit met het domein Mens en Natuur

Ook goed om nog eens te kijken en na te denken over wat we leerlingen in het PO nu precies willen leren ten aanzien van onderzoeken en ontwerpen. Ik zie dat daarin wel terecht keuzes gemaakt zijn. Zo wordt in het PO bijvoorbeeld als vaardigheid



gesteld (p. 27) 'vragen te stellen vanuit verwondering of ervaring, systematisch naar antwoorden te zoeken' en voor het VO de vaardigheid (p. 28) 'een onderzoeksvraag op te stellen...'. Dit is een zeer terechte keuze aangezien in de praktijk blijkt dat nog al eens veel onderwijstijd in het PO verloren gaat doordat leerkrachten niet de juiste mate van sturing kiezen en zij de leerlingen terwijl ze nog helemaal geen onderzoekservaring hebben, zelf onderzoeksvragen laten maken. Dus in het algemeen is het belangrijk goed te kijken naar wat we leerlingen in het PO willen leren over onderzoeken en ontwerpen gezien de beperkte tijd, middelen, kennis en ervaring in het PO om leerlingen te begeleiden bij het doen van onderzoek. Goed om na te denken wat precies de doorlopende lijn naar het VO is. Op een onderzoekende en ontwerpende manier met leerlingen in het PO aan de slag gaan is zeker belangrijk wat betreft het aanleren van probleemoplossend vermogen, creativiteit en kritisch vermogen en leerlingen zijn betrokken, maar het kost ook veel onderwijstijd. Tevens hebben leerlingen in het basisonderwijs nog niet altijd de juiste middelen om een onderzoek of ontwerp te doen, en zou daarom ook het zwaartepunt van de vaardigheden van het onderzoek doen en ontwerpen meer in het VO moeten liggen. Bovendien als het onderzoeken of ontwerpen niet goed door de leerkracht begeleid wordt zijn de leeropbrengsten mager. Leerkrachten zullen voor dit nieuwe curriculum gebaat zijn bij het versterken van hun eigen onderzoeksvaardigheden, vak kennis en vakdidactische kennis om zo de leerlingen goed te kunnen begeleiden.

Een ander punt is dat er nieuwe onderwerpen aan het curriculum worden toegevoegd zoals bijvoorbeeld stoffen en reacties en ook het hele thema duurzaamheid. Dat betekent dat er meer onderwijstijd naar Mens en Natuur moet gaan en samenhang tussen vakken gezocht moet worden.

3. Samenhang

Binnen Mens en natuur en de diverse grote opdrachten lijkt voldoende samenhang te zitten. Wel mist de samenhang met andere aspecten van het curriculum zoals rekenen-wiskunde, taal en ook ICT. Terwijl zeker voor het PO daar nu juist de kracht zit in het verbinden van M&N met andere domeinen om overlappendheid van het programma te voorkomen. Nu zijn er in het document wel verbanden met bijvoorbeeld rekenen-wiskunde aan te wijzen, zoals in het onderdeel schaal, verhouding en hoeveelheid. Dus goed om hier ook te kijken hoe dit onderdeel in het domein rekenen-wiskunde beschreven staat en het verband met rekenen-wiskunde expliciet te leggen. Ook wordt in het document wel een voorzichtige poging ondernomen richting de verbinding met taal. Zo staat er op p. 27 'in de bovenbouw van het PO zoeken de leerlingen systematisch naar antwoorden op vragen waarbij ze vaktaal leren gebruiken'. Goed om dit nader uit te werken, want de ervaring leert dat de koppeling met taal niet eenvoudig is voor leerkrachten PO en zeker niet vanzelf gebeurt. Leerkrachten hebben handvatten nodig hoe ze mondelinge taal, woordenschat of begrijpend lezen in de lessen echt kunnen verbinden met Mens en natuur.

4. Doorlopende leerlijn

Ik denk dat zeker de doorlopende leerlijn nog eens goed bekeken moet worden met name vanuit de gedachte dat we overlappendheid in het PO moeten voorkomen. Dit geldt voor bijvoorbeeld onderzoeken en ontwerpen maar ook wat betreft vakinhoudelijke thema's. Zo wordt in de grote opdracht 'Natuurlijke grondstoffen en materialen' voor het PO bijvoorbeeld de volgende kennis en vaardigheden



geformuleerd: 'de opbouw van stoffen uit moleculen' en 'het verband tussen de opbouw van materie (moleculen) en de verschillende fases' en 'de onomkeerbaarheid van chemische processen als indicator van het veranderen van de ene stof in de andere'. Ik juich het van harte toe als er meer scheikundige principes al in het PO worden behandeld en ik denk ook dat dit zeker kan in het PO. Toch lijkt me dit, als je het goed wilt doen, een grote toevoeging in het curriculum, die gezien de thans beschikbare tijd, vakkennis/vakdidactische kennis en affiniteit van leerkrachten goed doordacht moet worden. In dezelfde grote opdracht vind ik het onderdeel 'winning, productie en bewerking' passender voor het PO. In algemene zin denk ik dat het goed is om per grote opdracht nog een keer goed te kijken wat in het PO haalbaar is en wat beter in het VO past.



Reactie 2

Algemene reflectie mbt de bouwstenen voor de 10 Grote Opdrachten

Allereerst dank voor de nieuwe versie van de Conceptvoorstellen Leergebied Mens en Natuur. Ten tweede wil ik complimenten maken over deze nieuwe, verbeterde versie! Er is forse voortgang geboekt in de opbouw van de structuur, de indeling en uitwerking van de thema's, en inhoudelijk is het document goed en prettig leesbaar. Met andere woorden; grote waardering voor de ontwikkelcapaciteit van de schrijfgroep. Bij lezing zijn er toch een aantal zaken opgevallen, waarover hieronder mijn gedachten geformuleerd.

- Hs 1 kent drie paragrafen: maatschappelijke ontwikkeling, leerling, onderwijs. In dit rijtje mis ik de persoon van de docent. Onderwijs kent een sterke persoonlijke component, en heeft als doel om bij te dragen aan de subjectivatie (waarden/normen) van de leerling als persoon. Het lijkt het mij evident dat, om dit proces goed op gang te kunnen brengen, subjectivatie voor de docent geldt. (misschien zelfs wel in sterkere mate). De docent zet als persoon met zijn onderwijs de toon. Aandacht voor dit aspect verdient m.i. extra ruimte! (NB: ik snap dat dit officieel een taak van de lerarenopleiding is, maar het benoemen ervan in dit document, maakt helder dat deze zaken aan elkaar gekoppeld zijn. Dit blijft in de praktijk nog wel eens onbewust, onbekend, en impliciet dat effect heeft op de ontwikkeling van de leerling).
- Hs 2 geeft een helder overzicht van de opbouw van het leergebied Mens en Natuur, waarbij de indeling naar vier categorieën (perspectieven, werkwijzen, denkwijzen en concepten) schematisch is weergegeven als blokken met Grote Opdrachten met verbinding naar de bouwstenen. Dit beeld roept echter de volgende vraag op: Zijn de 2 GO's rondom de *perspectieven*, als aparte eenheden te beschouwen zonder dat daar concepten in worden behandeld? (of vormt het *Perspectief* zelf het concept van onderwijs?) Het lijkt mij dat de blokken *perspectieven*, *werkwijzen* en *denkwijzen* met elk van de blokken concepten verbonden zouden moeten worden. De eerste drie zijn feitelijk gesitueerde op een metaniveau tov *concepten*. (oftewel: concepten zijn 'genest' tov de eerste drie)
- Hs 3 geeft een goed beeld van de voorbeelden van uitwerkingen, waarin de perspectieven, werkwijzen en concepten met elkaar verbonden worden. Dit levert tevens een antwoord op mijn vraag/zorg uit het vorige punt. Mogelijk verdient het blokkenschema toch nog enige aanpassing) Hierbij geldt wel dat het sterk docentafhankelijk is (of methode afhankelijk) hoe goed dit lukt. *Groeirichting* is een mooie term om aan te geven dat er geen fase van maximaal bereik is. Echter, waar dient een leerling op de scheidslijnen van PO en VO te zijn? M.a.w. welke concepten dienen op welk niveau beheerst te worden? Of is dit een voorbode van het elimineren van harde overgangen (zou Positief zijn! ;-)
- Hs 4 geeft de beschrijving van de grote opdrachten en bouwstenen. Voor een overzicht van mijn feedback heb ik in en tabel gewerkt (zie Bijlage 1) en wordt hieronder tekstueel de meer generieke feedback en overwegingen beschreven per GO.

MNGO1 Aard van natuurwetenschappen & technologie - Perspectieven

Op zich zijn de beschrijvingen prima te volgen, mooi maar ook weinig specifiek. Wellicht



komt dat doordat het geen aparte vakinhoudelijke concepten herbergt. Het feit dat deze GO een *Perspectief* is, maakt dit logisch. Ik vraag me echter af of, en waarom deze GO zo moet worden ingevuld; het is een perspectief waarlangs alle andere GO's beschouwd zouden kunnen (moeten) worden. Als het een op zichzelf staande GO wordt, kan het mogelijk meer worden ingevuld met aspecten uit de wetenschaps-filosofie. Daar heeft het nu ook kenmerken van (objectiviteit, relativiteit, betrouwbaarheid e.d.)

MNGO2 Maatschappelijke vraagstukken - Perspectieven

De twee bouwstenen gezondheid en duurzaamheid zijn mooie thema's om te clusteren binnen het perspectief van maatschappelijke vraagstukken. Mooi om te zien dat elke beschrijving bij *gezondheid* start vanuit het perspectief van de leerling. De eigen wereld, lijf, gezondheid vormt de start om verder om zich heen te kijken, en na te gaan welke keuzes consequenties heeft voor de omgeving. Bijzonder vind ik het sociale aspect dat hier wordt geïntroduceerd (welbevinden in relatie tot ziekte bij zichzelf en anderen, respect,) Dit doet een sterk appel op morele ontwikkeling van leerlingen, en daarmee op de pedagogische oriëntatie van de docent. (zie hierover eerdere opmerking pag 1- HS1).

Met betrekking tot *duurzaamheid* vind ik de inleiding, kennis en vaardigheden van de PO onderbouw wel een beetje hoogdravend, bijv: "ze ervaren dat keuzes die ze maken effect hebben in de toekomst op henzelf, anderen en hun omgeving". Of, "uitdrukking te geven aan eigen behoeften in relatie tot anderen." Ik zou hier graag voorbeelden van lezen, om te begrijpen hoe de auteurs dit voor zich zien.

Ook hier is de rolinvulling van de docent van evident belang!

MNGO3 Werkwijzen - Werkwijzen

De grote opdracht werkwijzen omvat onderzoeken, ontwerpen, modelgebruik en –ontwikkeling, en praktisch handelen. Intuïtief hebben de eerste drie een grote overlap (mn ontwerpen en model-gebruik zijn binnen het onderwijs lastig te onderscheiden). Heel goed om dit wel als aparte, conceptuele kaders te beschrijven, omdat het analogieën kent, die in de praktijk relevant zijn! Wat mij betreft zou de doelstelling en meerwaarde van deze aspecten sterker aangezet kunnen worden (blijft nu impliciet). Daarbij neemt vooral het aspect van een kritische houding een belangrijke plaats in. Tevens de vraag in hoeverre de fases per bouw (PO, VO) goed onderscheidend zijn.

MNGO4 Denkwijzen - Denkwijzen

In deze GO worden vijf zaken onderscheiden: 1. patronen, 2. systemen, 3. schaal, verhouding en hoeveelheid, 4. gevolg en oorzaak, 5. doel-middel. Mooie bouwstenen die zinvol zijn gekaderd, en qua opbouw logische beschreven. Herkenbaar en toepasbaar in vele domeinen uit het nask-spectrum.

MNGO5 Signalen & informatie - Concepten

Knap opgebouwd hoe deze Grote Opdracht in bouwstenen de vele domeinen van Mens en Natuur integreert langs logische concepten behandelt! Bouwsteen 5.2 kent een sterk biologische inhoud (concepten) waarbij mogelijk een meer intensieve relatie kan worden gelegd met de andere bouwstenen van deze grote opdracht. Bouwsteen 5.3 *PO onderwijs*: automatische systemen. Dit kan ook herkend worden in de automatiseren van mensen (en hun lerend vermogen van onbewust onbekwaam, bewust onbekwaam, naar onbewust bekwaam (vgl autorijden)). Qua taalvaardigheden kan hier ook een taak liggen voor het onderwijs.

MNGO6 Energie & wisselwerking - Concepten

Mooi opgebouwde GO en bouwstenen! Vragen/opmerkingen: 6.2 Energie: *PO onderbouw*, daarin ook water opnemen? *PO onderbouw*: ook gebruik van energie opnemen? 6.3 Voeding: relatie leggen met duurzaamheid!?



MNGO7 Overleven van organismen - Concepten

De kunst en/of uitdaging zit hem in het onderling verbinden, aanbieden en behandelen vanuit de verschillende perspectieven, denkwijzen en werkwijzen!! Is het mogelijk om kracht, energie en voedsel met elkaar te verbinden? (evt. als tegemoetkoming richting uitgevers?) bijv voedsel en duurzaamheid/wts, maar ook samenhang via subjectivatie (bio/wts/duurz).

Daarbij geldt dat de opbouw, samenhang en doorloop ook naar voren komt via toenemende diepgang van thema's, concepten en de kunst van het doorvragen door de docent (dialogisch onderwijs). Dit is wederom een aspect dat het docentschap raakt, en niet thuishoort in deze acties van curr.nu, maar wel de nodige aandacht verdient!

MNGO8 Natuurlijke grondstoffen & materialen - Concepten

MNGO9 Aarde & Klimaat - Concepten

MNGO10 Heelal & tijd - Concepten

Vanaf GO 8, maar ook voor GO 9 en 10, valt op dat onder de kopjes "Kennis en vaardigheden", eigenlijk alleen het eerste aspect 'kennis' beschreven wordt, het tweede aspect *vaardigheden* komt niet of in zeer geringe mate aan bod.

Zeker als het gaat om de praktische, manuele vaardigheden, van groot belang voor leerlingen in het beroepsonderwijs, maar ook nodig voor alle andere leerlingen, biedt de tekst geen (groei)richting en. Dit is een gebrek als het gaat om goede voorbereiding op het beroepsonderwijs, maar ook voor wat betreft het ontdekken van eigen voorkeuren, competenties, en talenten. Inzicht in alle aspecten van de ontwikkeling (cognitief, motorisch, musisch etc) is van belang voor de individuele loopbaan-ontwikkeling van jongeren. Zeker ook al vanuit het moment dat ze in het PO of VO zitten. Mogelijk kan het document hierop nog worden aangevuld.

Zie Bijlage 1 voor details.....



Bijlage 1

		Vakinhou d. kwaliteit	Kern	Same n- hang	Doorlop ende leerlijn	Wat is uw visie op de keuze s
Bouwsteen	MN1.1 Wetenschap	Goed verwoord, kan specifieker mbt oz-vraag, -meth, of generalis/btrh.	Soms lastig te volgen. Wat is de kern van de wts? Systematisch werken / zoeken naar waarheid?	goed	++	Er komt m.i. nog te weinig PI voor.
	1 MN1.2 Technologie	Erg algemeen	ik mis verwoording van de doelstelling van deze GO	++	++	Weinig betrokk enh. op ber.ow.
	2 MN2.1 Gezondheid		Sterk ingestoken op normen en waarden	goed	+?	Sterk docent afhankelijk
	3 MN2.2 Duurzaamh	Er is nog niet zoveel inhoud in beschreven	kloppend	++	++	Idem als 2
	4 MN3.1 Onderzoeken	Idem, het is vnl. procedureel beschrijven	Onderzoekscyclus komt goed naar voren en kent mooie opbouw	++	++	Fases zijn niet scherp onderscheidbaar
	5 MN3.2 Ontwerpen	Vragen identificeren vraagt kritische houding	Goed om deze cyclus centraal te stellen	++	++	Idem 4
	6 MN3.3 Modelgebruik- en ontwerp	Goed onderscheiden maar praktisch conceptueel lastig	beschrijving van de doelstelling van deze werkwijze is nog niet helder	++	++	Aangeven wat de meerwaarde is van deze werkwijze
7 MN3.4 Praktisch handelen	Goed om apart te beschrijven, maar heeft iets	Kritische houding staat hier ook centraal	++	++	Aspect hoort geïntegreerd in alle	



		kunstmatig s				andere GO
8	MN4.1 Patronen	Prima bouwstene n die zonder content- specifiek te worden, veel voorbeelde n oproepen waarin ze toepasbaar zijn.	Deze kernen zijn al meer inhoudelijk vanuit het mens-en natuurdomein in te vullen. Overigens lijkt hier ook een analogie te bestaan met economie en kust.	++	++	
9	MN4.2 Systemen			++	++	
10	MN4.3 Schaal, verhouding en hoeveelheid			++	++	
11	MN4.4 gevolg en oorzaak			++	++	
12	MN4.5 doel - middel			++	++	
13	MN5.1 Golven en straling	Bouwstene n 5 en 6 zijn inhoudelijk concepten die goed te verdedigen zijn vanuit bestaande methodes.	De kunst en/of uitdaging zit hem in het onderling verbinden, aanbieden en behandelen vanuit de verschillende perspectieven, denkwijzen en werkwijzen!! Is het mogelijk om kracht, energie en voedsel met elkaar te verbinden? (evt. als tegemoetkoming richting uitgevers?) bijv voedsel en duurzaamheid/wts, maar ook samenhang via subjectivatie (bio/wts/duurz)		Opbouw, samen- hang en doorloop komt ook naar voren in toe- nemend e diepgan- g van thema's, concepte n en doorvrag en	
14	MN5.2 Signaalverwerking in het organisme					
15	MN5.3 Automatische systemen					
16	MN6.1 Kracht					
17	MN6.2 Energie					
18	MN6.3 Voedsel					
19	MN7.1 Instandhouding v/e organisme		Kennis en vaardigheden komt het tweede aspect vaardigheden gering aan bod. De tekst geeft geen cues wat voor vrdrn IIn zouden moeten leren en ontwikkelen.			
20	MN7.2 Relaties tussen organismen					
21	MN7.3/9.3 Leefomgeving en biodiversiteit					
22	MN8.1 Stoffen en reacties					
23	MN8.2 Wining, productie en bewerking					
24	MN9.1 Aarde					
25	MN9.2 Weer en klimaat					
26	MN9.3/7.3 Leefomgeving en biodiversiteit					
27	MN10.1 Heelal, oorsprong en hemellichamen					



28	MN10.2 Tijd en ritmes					



Reactie 3

Ik ben verheugd dat er met de uitwerking van de bouwstenen een concreter beeld beschikbaar is van de beoogde opbrengsten van de vernieuwing. Het is veel werk om de nieuwe conceptvoorstellen te vergelijken met het huidige programma om te beoordelen wat die vernieuwing precies inhoudt. Ik heb het gevoel dat de componenten wetenschap, techniek en maatschappij nog wel wat steviger in het programma vormgegeven kunnen worden conform de oorspronkelijke intenties en recente visie van het ontwikkelteam Mens & Natuur. Als ik een willekeurige bouwsteen beschouw, zoals 'stoffen en reacties' dan is er in de beschrijving daar nog weinig aandacht voor de drie componenten die ik hierboven noem. Ik begrijp uit hoofdstuk 3 dat die vertaalslag nog gemaakt moet worden, maar ik zou dat toch graag terugzien in de conceptuele bouwstenen, omdat de bouwstenen daarmee veel rijker worden: het is nu een wat kale opsomming van vakinhoud. Ik kom hier later op terug.

Als ik de plannen bekijk, dan vraag ik me af wat er gerealiseerd kan worden. Vooral het programma onderbouw po lijkt erg vol te zitten. Dat is een ambitieus en lofwaardig streven, maar als dit niet gerealiseerd kan worden dan schuift het hele programma door richting bovenbouw po en vo en daarmee komen de te realiseren doelstellingen in de knel. Daarbij speelt ook de deskundigheid van docenten in de onderbouw po een rol. Hebben zij voldoende kennis voor het ontwerpen en begeleiden van onderwijsleeractiviteiten? Ik pleit voor een uitgebreid pilottraject waarin wordt nagegaan wat de opbrengsten zijn van het programma en welke knelpunten men in de uitvoering tegenkomt.

Ik zal in het vervolg mijn commentaar vooral richten op het ontwikkelkader en ik heb – soms gedetailleerde – opmerkingen over sommige bouwstenen.

Het ontwikkelkader

Een centrale plaats in de ontwikkeling van het curriculum is het ontwikkelkader. Dit is geïnspireerd door een aantal buitenlandse voorbeelden die met name worden genoemd. Allereerst een opmerking over de verwarrende, ambigue terminologie. Een aantal voorbeelden:

- Perspectieven worden vraagstukken of ontwikkelingen genoemd. Dat is ongebruikelijk, want doorgaans is een perspectief een gekozen gezichtspunt. Ik denk dat bedoeld wordt dat maatschappelijke vraagstukken vanuit verschillende perspectieven (wetenschappelijk, technologisch, economisch, politiek, etc.) gezien kunnen worden, maar dat maakt een vraagstuk niet een perspectief. Dat de aard van de wetenschap en technologie een perspectief wordt genoemd is in mijn ogen vreemd.
- Een denkwijze wordt aangeduid als manier van kijken (dat zou ik een perspectief noemen) in plaats van een manier van denken, wat meer voor de hand ligt. Bovendien vind ik de term denkwijzen niet erg toepasselijk, want het gaat hier eerder over specifieke vormen van redeneren. In de onderzoeksliteratuur wordt de term reasoning hiervoor (steeds) vaker gebruikt dan thinking.
- Theorieën worden aangeduid als concept. Ook dat is vreemd, want concepten (begrippen) kunnen onderdeel zijn van een theorie.

Door deze ongebruikelijke en soms bizarre keuzes van termen liggen misverstanden op de loer. De schrik slaat me om het hart als ik de aanbeveling lees om dit kader ook voor de bovenbouw te gebruiken.



Afgezien van de terminologie heb ik bij het ontwikkelkader nog een aantal andere opmerkingen:

- De scheiding tussen werkwijzen en denkwijzen is m.i. niet te rechtvaardigen. Werkwijzen of activiteiten in de wetenschap, waarbij onderzoeken de belangrijkste is, worden gestuurd door de 'denkwijzen'. Men probeert bijv. een kwantitatief verband tussen grootheden te vinden, of een causaliteit te ontdekken en doet dan een onderzoek dat daar op gericht is. Werkwijzen en denkwijzen zijn dus sterk met elkaar verweven. Ook uit de genoemde voorbeelden blijkt die verwevenheid, want een manier van kijken is te beschouwen als een activiteit. Mogelijk is het de bedoeling om een onderscheid te maken tussen motorische (werkwijzen) en cognitieve activiteiten (denkwijzen)? Maar ook dat is geen goede keuze.
- De pijlers in het vorige product zijn vervangen door perspectieven. Dat vind ik jammer omdat het woord 'pijler' duidelijk maakte dat deze thema's of contextgebieden een centrale rol innemen. Nu lijken ze gelijkwaardig aan de andere 'grote opdrachten' die meer conceptueel van aard zijn. Datzelfde geldt voor de werkwijzen en denkwijzen, die een 'cross-cutting' rol moeten hebben en daarom meer als pijler dan als grote opdracht benoemd kunnen worden. Dat cross-cutting karakter van pijlers, werkwijzen en denkwijzen werd in een figuur in het derde tussenproduct weergegeven maar die figuur kom ik nu helaas niet meer tegen.
- Dit roept de vraag op wat het verband is tussen de verschillende grote opdrachten resp. bouwstenen. Juist dat verband verankert de bouwstenen tot een geheel. Er wordt in hoofdstuk 3 een eerste aanzet gegeven aan de hand van voorbeelden, maar de dwarsverbanden zouden meer zichtbaar gemaakt kunnen worden in de beschrijving van de bouwstenen. Dat gebeurt wel enigszins maar kan vaker gebeuren. Het is de moeite waard om hiervoor een kruistabel te maken (op de ene as GO1-4, op de andere as GO5-10).
- Ik mis nog steeds het mathematiseren als expliciet doel. Hiermee bedoel ik het representeren van een relatie tussen grootheden in de vorm van een wiskundige betrekking. Ik vind dat een belangrijk thema ter voorbereiding op bovenbouw. Het komt nu – maar wel zijdelings – aan de orde bij BS 4.3. maar het zou in de titel van de bouwsteen genoemd kunnen worden of zelfs als aparte bouwsteen opgenomen kunnen worden.

Bouwstenen

Voor de uitwerking van de bouwstenen is veel werk verzet. Wat ik positief waardeer is het ontwikkelingsperspectief (groeirichting) doordat er op drie niveaus 'doelen' worden genoemd. Echter, een nadeel is dat veel van de genoemde doelen nogal globaal zijn, maar dat is in dit stadium waarschijnlijk de meest praktische oplossing. Ook is er gekozen voor allerlei overkoepelende termen (systemen, patronen), maar er zijn grote onderlinge verschillen tussen systemen onderling (neem bijv. fysische systeem van krachten, een cel, een ecosysteem). Voor patronen geldt iets dergelijks.

Wat ik ook waardeer is dat er in de bouwstenen crosslinks worden gemaakt naar andere bouwstenen en naar andere leergebieden. Dat mag overigens nog wel intensiever gebeuren.

Ik heb niet uitgebreid alle bouwstenen bestudeerd, maar ik stuitte op een aantal zaken die ik hieronder zal noemen.

BS 1.1. Hier worden met name de maatschappelijke aspecten (NOS: nature of science) benoemd, maar deze kunnen niet los gezien worden van de wijze waarop wetenschappelijke kennis ontstaat (werk- en denkwijzen). Er is dus een relatie met 3.3.



Blijkbaar wordt de maatschappelijke rol van wetenschap ook een onderdeel bij burgerschapsvorming?

Mij lijken de doelen voor onderbouw po nogal hoog gegrepen (verschil feiten, meningen; vragen stellen over betrouwbaarheid van verklaringen).

BS 1.2. Er wordt voortdurend over technologie gesproken maar in veel gevallen zou de term techniek beter op zijn plaats zijn. Zie ook het rapport van Gerald van Dijk e.a. (Van Technologie in de leergebieden. Advies over de positie van Techniek en Technologie in primair en voortgezet onderwijs), dat tussen die termen een duidelijk verschil maakt. Het is niet duidelijk wat met natuurlijke wereld als tegenhanger van gemaakte wereld wordt bedoeld. Wat wij ervaren als natuur, bijv. bossen, is door mensen aangelegd, of veel landbouwgewassen zijn door mensen gekweekt. Is een huisdier natuur?

BS 2.1. Voeding en seksualiteit lijken los te staan van kennis over het menselijk lichaam.
BS 2.2. Duurzaamheid lijkt los te staan van onderwerpen als energie- en materiaalgebruik. Het onderwerp is sterk antropocentrisch ingekleurd: de intrinsieke waarde van natuur wordt niet genoemd.

BS 3.1. Relatie leggen met BS 1.1.

BS 4.2. Er worden nauwelijks concrete voorbeelden genoemd en van de voorbeelden die genoemd worden is het zeer ongebruikelijk om die een system te noemen (molecuul).

BS 4.4. Het gaat in de natuurwetenschappen niet om oorzaken van gebeurtenissen (bijv. verjaardagen) maar van natuurlijke verschijnselen.

BS 4.5. Hier wordt gesuggereerd dat organismen zijn gevormd met een bepaald doel. Dat wordt een teleologische redenering genoemd en is strijdig met het idee van evolutie. Ook in het voorbeeld van de vacht van een ijsbeer (p. 10) is sprake van teleologisch redeneren.

BS 6.3. Energievoorziening is maar een beperkt aspect van voedsel. Er worden veel onderwerpen genoemd die niet binnen het thema energie passen. Zouden deze onderwerpen niet beter bij duurzaamheid en gezondheid passen?

BS 8.1. Het introduceren van een molecuulmodel in het po vind ik een slecht idee. Wat moeten leerlingen hiervan leren? Er is geen enkele noodzaak om verschijnselen ermee te verklaren: voor fasenovergangen heb je het niet nodig. Het wordt pas zinvol als je een groot aantal verschijnselen met een zelfde model gaat verklaren. Die grote groep verschijnselen kennen de leerlingen (nog) niet. Ik vind het wel zinvol dat leerlingen kennis nemen van chemische reacties en weten dat in ons lichaam chemische reacties plaatsvinden.



Reactie 4

Dank voor het nieuwe voorstel. Nu liggen voor het eerst bouwstenen op tafel. Het geheel is omvangrijk en dat maakt het niet eenvoudig om te doorzien wat er nu precies ligt. Zeker voor aardrijkskunde waarbij ook nog de documenten van andere leergebieden relevant zijn. We hebben er nog wel een aantal vragen bij. Via het KNAG wordt nog in meer detail gereageerd op de inhoud van de bouwstenen die relevant zijn voor het schoolvak aardrijkskunde. In deze bijdrage een aantal meer algemene punten.

1. Dit document moet – voor zover dat duidelijk is – dienen als input voor nieuwe kerndoelen. Wij zien dat hoofddoel in de omschrijvingen eigenlijk niet terug. Waarom is voor deze vorm gekozen?
2. Curriculum.nu zou meer samenhang brengen. We zien de samenhang tussen grote opdrachten en bouwstenen eigenlijk nog niet terug? Soms lijkt er overlap (wetenschap en onderzoeken), anderzijds zijn er geen relaties te vinden, bijvoorbeeld tussen 'weer en klimaat' en 'duurzaamheid (klimaatvraagstuk?). Voor aardrijkskunde is het 'denken in samenhangen' van groot belang om het 'systeem aarde' te kunnen begrijpen.
3. Het PO krijgt bijzonder veel aandacht in de uitwerkingen van de leergebieden. Voor mens & natuur en mens & maatschappij is die verhouding scheef: in het PO (en op de pabo) is er helaas minimale aandacht. Nu lijkt 2/3 po en 1/3 vo onderbouw te betreffen. Het PO lijkt onrealistisch groot en alleen meer overladen te worden? Of gaat dit fundamenteel veranderen?
4. Het OT heeft groeirichtingen geformuleerd die iets moeten laten zien van progressie van po ob naar vo ob. Dat is al meer dan in sommige andere leergebieden. Maar toch blijft de vraag wat nu eigenlijk de onderbouwing / aard is van de progressie? Waarop is dit gebaseerd?
5. Het gebruik in dit document van 'perspectieven', voorheen 'contexten' (?) is wat onhandig. Zeker als je het vergelijkt met mens & maatschappij waarbij het denken in meerdere perspectieven en perspectiefwisselingen een heel andere betekenis hebben.
6. Het geheel ademt nog steeds een zeer antropocentrisch wereldbeeld uit, waar leerlingen 'creatieve oplossingen' verzinnen voor vraagstukken die we nog maar amper begrijpen? Ook bij duurzaamheid zou in plaats van het eigen gedrag en de ecologische voetafdruk beter een aantal vraagstukken genoemd kunnen worden die essentieel zijn om te begrijpen (water, energie, met van een andere orde klimaat)
7. De aard van de teksten wisselen nog al: van heel concreet tot abstract, van het aanspreken van leerlingen (moet dat in dit document?) tot meer in algemene zin. Ook staan er her en der didactische aanwijzingen in de tekst.



Reactie 5

Met interesse heb ik kennis genomen van het werk van het ontwikkelteam Mens en Natuur. Het is duidelijk dat er veel werk is verzet om deze omvangrijke tekst te produceren als invulling van de complexe opdracht die het team heeft meegekregen. Ik reflecteer op het document aan de hand van de gestelde vragen.

1. Vakinhoudelijke kwaliteit

De gekozen bouwstenen sluiten in meerderheid aan op recente ontwikkelingen in de vakdidactiek. Er is duidelijk inspiratie geput uit landelijke en internationale documenten, bij voorbeeld de kennisbasis N&T voor de onderbouw VO en het Framework K-12 Science Education. Dat is terug te vinden in de keuze voor denken en werkwijzen en voor reflectie op de aard van natuurwetenschap en technologie. Dat wil niet zeggen dat ik het met alle keuzes eens ben (zie later in mijn bespiegelingen).

De aansluiting op maatschappelijke ontwikkelingen is te vinden in de keuzen voor maatschappelijke vraagstukken op het gebied van *Duurzaamheid* (MN2.1) en *Gezondheid* (MN2.2). Ook een aantal conceptuele bouwstenen wijzen in die richting, bij voorbeeld *Weer en klimaat* (MN9.2) en *Leefomgeving en biodiversiteit* (MN7.3/9.3).

Over de aansluiting op ontwikkelingen in het vakinhoudelijke onderzoek valt weinig te zeggen omdat de bouwstenen slechts betrekking hebben op het PO en de onderbouw VO. Hierover meer bij punt 4.

2. Kern

De gekozen uitwerking is zeer omvangrijk en de vraag rijst of er nog iets over blijft voor de keuze van docenten. Mijn zorg heeft met name betrekking op de bouwstenen voor het PO. Gezien de beschikbare tijd en de huidige expertise van docenten betwijfel ik of deze kern realistisch is. Zo is er voor gekozen alle bouwstenen al in de onderbouw PO vrij uitgebreid aan bod te laten komen. Naar mijn mening moeten er keuzen worden gemaakt bij elk van de bouwstenen: wanneer waarmee een start maken?

Het ontwikkelteam heeft er voor gekozen de werkwijzen te beperken tot de bouwstenen *Onderzoeken*, *Ontwerpen*, *modelgebruik- en ontwikkeling* en *Praktisch handelen* (MN3.1-4). Niet beargumenteerd wordt waarom hier wordt afgeweken van de Nederlandse kennisbasis, het Amerikaanse Framework en de vaardigheidsdoelen van de huidige examenprogramma's natuurkunde, scheikunde, biologie en nlt (het A-domein). De nu gekozen indeling is meer op de procedures van onderzoeken, ontwerpen en modelleren. Die zijn echter gebaseerd op specifieke vaardigheden. Belangrijke bouwstenen die ik mis zijn:

- a. Wiskundig redeneren en handelen: essentieel voor natuurwetenschappen en technologie en nauwelijks belicht in de andere bouwstenen. De manier waarop wiskundig wordt gewerkt in M&N disciplines heeft een eigen karakter met eigen doelen.
- b. Vragen stellen, interpreteren van data, verklaringen geven, communiceren: ook deze werkwijzen hebben binnen M&N een eigen karakter.

In de gekozen denkwijzen kan ik mij grotendeels vinden, behalve dat ik niet begrijp waarom de denkwijzen *Stabiliteit en verandering* en *Behoud, transport en kringloop van energie en materie* zijn weggelaten; dit zijn toch heel karakteristieke denkwijzen voor M&N. De denkwijze *Doel-middel* (MN4.5) vind ik



verkeerd gelabeld omdat dat maar een beperkt deel van deze denkwijze betreft. *Structuur, functie en eigenschappen* dekt deze denkwijze veel beter.

3. **Samenhang**

Een belangrijk punt is de samenhang tussen de bouwstenen. In eerste reacties van docenten en vakdidactici op deze bouwstenen bespeur ik de zorg dat deze bouwstenen zouden leiden tot aparte lessen over elk van de bouwstenen. Dat kan (en mag) niet de bedoeling zijn. Bij de bovengenoemde Nederlandse kennisbasis en de uitwerking van het Amerikaanse Framework in de Next Generation Science Standards wordt uitdrukkelijk gesteld dat het in leerdoelen altijd om een combinatie van dit soort bouwstenen gaat. Het zou goed zijn dit veel sterker te benadrukken en een aantal voorbeelden hiervan op te nemen.

Hierbij speelt een rol dat de bouwstenen van verschillende aard zijn. Het meest duidelijk is de aard van de bouwstenen met de labels *Werkwijzen* en *Denkwijzen*. Minder helder zijn de bouwstenen met het label *Perspectief*. Het is opvallend dat deze bouwstenen veel vager zijn geformuleerd dan de andere typen bouwstenen. Ze zijn meer pedagogisch van aard. Dat wordt m.i. weerspiegeld door het veelvuldig taalgebruik zoals 'helpt leerlingen zich te verhouden tot...' (35x). In het dagelijks leven wordt zo'n formulering vaak gebruikt om te verhullen wat eigenlijk bedoeld wordt. Ik stel voor dit taalgebruik aan te passen.

Je zou ook kunnen overwegen de bouwstenen MN1.1 en MN1.2 onder te brengen bij de bouwstenen *Werkwijzen* (MN3.1-4) omdat ze veelal reflectie betreffen op deze werkwijzen. De bouwstenen 2.1 en 2.2 zijn naar mijn indruk gericht op het persoonlijk en maatschappelijk handelen. Het gaat daarbij niet op specifieke kennis en vaardigheden maar om het uiteindelijk gebruik van kennis en vaardigheden van de andere bouwstenen in het buitenschoolse leven. Wanneer gekozen wordt voor handhaving van deze bouwstenen dan zou ik de formulering een eigen karakter geven waarin de bedoeling van deze bouwstenen sterker wordt belicht.

Ik betreur dat in de formulering van de conceptuele bouwstenen gekozen is voor een thematische en niet voor een disciplinaire indeling. Dat wijkt af van wat in het Nederlandse voorgezet onderwijs gebruikelijk is (zoals in de bovengenoemde kennisbasis), van het recente Amerikaanse Framework, van Britse curricula en van het PISA Framework. Vermeden wordt nu om termen als natuurkunde, scheikunde, biologie te gebruiken. Gezien vanuit het PO vind ik dit begrijpelijk maar niet als het gaat om het VO. Zo wordt niet bevorderd dat leerlingen inzicht krijgen in de verschillende aard van disciplines. Interdisciplinariteit valt dan ook niet te begrijpen als de verbinding tussen disciplines. Dit bereidt leerlingen niet goed voor op de bovenbouw VO, zal bij veel docenten en wetenschappers weerstand oproepen, en het te gemakkelijk maken voor schoolleiders om één docent het hele leergebied te laten onderwijzen. Het is ook in strijd met een van de gekozen leerdoelen van bouwsteen *Wetenschap* (MN1.1) voor bovenbouw PO en onderbouw VO: "*Leerlingen leren over het bestaan van disciplines die elk hun eigen deel van de wereld beschrijven en hiervoor binnen een gemeenschap samenwerken en vaktaal ontwikkelen*" (p p14-15). Die verschillende aard heeft betrekking op werkwijzen (bijv. de manier waarop onderzoek wordt gedaan),



denkwijzen (bijv. *Structuur, functie en eigenschappen* bij elk van de disciplines) en concepten (bijv. *Energie*).

4. Doorlopende leerlijn

Ik vind het een goed initiatief om te pogen een leerlijn te ontwikkelen maar op grond van eigen ervaring weet ik dat dit een grote opgave is, te groot voor de beperkte tijd die tot beschikking was. Op dit gebied bestaat veel literatuur die vanzelfsprekend niet allemaal kon worden verwerkt. Daar heb ik dus alle begrip voor. De huidige versie van de leerlijnen lijkt me op intuïtieve basis te zijn geformuleerd. Dat behoeft een grondige doordenking en uitwerking. Wat ik heel storend vind is dat bij elk van de bouwstenen veel tekst wordt herhaald, wat belemmerend is voor het overzicht over de leerlijn. Daarnaast lees ik bij het PO vaak teksten die m.i. veel te hoge doelen stellen en hoogstens betrekking hebben op wat je aan het eind van de onderbouw VO mag veronderstellen, bij voorbeeld 'Het perspectief wetenschap gaat over de relatie tussen onderzoek en kennis, de rol die disciplines hierin spelen en de oriëntatie op wetenschap... zodat je je leert verhouden tot (rol van) wetenschap' (p. 13, onderbouw PO!).

Daarnaast is de schrijfstijl verwarrend: enerzijds lijkt de tekst gericht op leerlingen ('je leert gaandeweg verantwoordelijkheid te nemen', 'je wordt je bewust', 'alles om je heen heeft invloed op je lichaam') en anderzijds op docenten ('denkwijze X geeft inzicht in..', 'de bouwsteen Y bestaat uit', 'de leerling ervaart dagelijks het weer en verwondert zich erover'). Ik stel voor in de teksten de docent aan te spreken en niet de leerlingen. Dat laatste lijkt me niet lastig.

Wat betreft de aanbevelingen voor de bovenbouw. Ik vind het een goed streven leerlijnen te ontwerpen van onderbouw PO tot en met bovenbouw VO. De ontwerpers van Next Generation Science Standards hebben dit ook gedaan. De meeste aanbevelingen van het OT vind ik wel verstandig, met name waar het gaat om het uitwerken van de denkwijzen. Ik voorzie echter twee problemen:

- a. De hele opbouw van grote opdrachten en bouwstenen is nu gericht op alle leerlingen onafhankelijk van hun vervolgoopleidingen. We noemen dat 'science for all' of 'scientific literacy'. De bovenbouw omvat mijns inziens ook aspecten van algemene vorming maar hier krijgt de aansluiting op vervolgonderwijs veel meer nadruk. Wanneer de bouwstenen voor de bovenbouw in het verlengde moeten liggen van de huidige grote opdrachten en bouwstenen dan gaat dat knellen. Het vereist heen en weer denken tussen boven- en onderbouw waarbij het niet denkbeeldig is dat vanuit de wensen van het vervolgonderwijs en de praktijkervaringen en wensen van bovenbouwdocenten aanpassingen nodig zijn in de huidige opzet van bouwstenen.
- b. Sommige examenprogramma's zijn pas recent geïmplementeerd. Dat geldt voor natuurkunde, scheikunde, biologie en nlt, voor havo en vwo. Ik ben betrokken bij een evaluatie van inhoud en gebruik van de syllabi natuurkunde. Bij de vele docenten die we in twee ronden gespreid over Nederland hebben gesproken hebben we weinig ontevredenheid bemerkt over de huidige programma's, ondanks het feit dat de ontwikkeling van de nieuwe examenprogramma's tot flinke controverses heeft geleid. Er worden wel veel aanbevelingen gedaan voor verbetering van de syllabi maar die zijn niet fundamenteel. Ik voorspel dat een grondige herziening van de examenprogramma's tot grote weerstand gaat leiden bij natuurkundedocenten. Wellicht is dat niet het geval voor alle



examenprogramma's maar mijn advies is eerst bij alle vakken te evalueren wat de huidige ervaringen zijn voordat gesleuteld gaat worden aan de programma's.



Reactie 6

Ik vind dit nog steeds vanuit technologie geen sterk stuk. Het is sterk gedacht vanuit de natuurwetenschap en technologie komt nog altijd slecht tot zijn recht omdat het ontwerpen/ontwikkelen nauwelijks aandacht krijgt.

p. 8

Mij ontgaat de rationale achter de vier Perspectieven. In elk geval zijn ze erg ongelijksoortig. De eerste twee lijken me de meest elementaire doelen van dit leergebied, namelijk het leren kennen van de aard van de vakgebieden die het leergebied omvat. De andere twee zijn eerder thema's die wel relevant zijn, maar niet kenmerkend voor dit leergebied. Conceptueel is dat dus een vreemde figuur. Ik kan er zo nog wel een paar bedenken (veiligheid, geluk, vrede, om er maar een paar te noemen).

P. 16/17/18

Bij (ontwikkeling van technologie) staan allemaal zaken die horen bij gebruik. Impact is wat er NA ontwikkeling gebeurt, niet de ontwikkeling zelf. Je zou hier verwachten dat leerlingen zouden leren hoe technologie wordt ontwikkeld onder invloed van behoeften, kennis, organisatie, middelen, enzovoorts. Dit is overigens kenmerkend voor de blinde vlek die ondanks alle eerdere commentaren nog steeds in de stukken van dit leergebied zit. Dat maakt het enigszins vermoeiend om deze opmerking nog te maken.

1.1 en 1.2

Onderzoeken en technologie worden alleen apart behandeld. De samenhang tussen ontwerpen en onderzoeken komt nergens terug. Onderzoek speelt een rol in ontwerpen (bijvoorbeeld door systematisch veranderingen in het ontwerp aan te brengen en de effecten op werking te meten) en ontwerpen speelt een rol in onderzoeken (opstellingen en instrumenten bedenken om grootheden te kunnen meten). Die laatste wordt wel ergens genoemd, de eerste niet.

P. 31

Er wordt steeds gesproken over natuurwetenschappelijke modellen. Maar er zijn ook technologische modellen. Het verschil tussen deze twee is dat de eerste alleen descriptief zijn (gaan over de werkelijkheid zoals die is) en de tweede normatief (zo moet het worden; zo spreken we trouwens vaak over modellen: een model-leerling of een fotomodel). Omdat technologische modellen niet genoemd worden, komt het onderscheid uiteraard ook niet aan bod. Ook dit was al in eerdere rondes aangegeven, maar het heeft nog steeds geen effect gehad.

Algemeen over de grote opdrachten

Bijna nergens wordt gesproken over ontwerpen. De enige werkwoorden die vallen zijn: analyseren, verklaren, herkennen, begrijpen, benoemen, en andere woorden die alleen betrekking hebben op een gegeven situatie, niet op een nog te realiseren situatie. Mogelijkheden zijn er te over. Bij patronen zouden leerlingen zelf een patroon voor een bepaald doel kunnen ontwerpen (denk aan de vakwerkbrug met een driehoekspatroon). Bij systemen wordt alleen gevraagd om systemen te beschrijven, nergens om te ontwerpen. Zelfs bij functie en structuur wordt niet gevraagd om bij een gewenste functie een structuur te ontwerpen.



p. 46

tussen functie en structuur zit werking. Via werking kun je met een structuur een gewenste functie realiseren. Het begrip werking komt sowieso nergens voor, voor zover ik kan zien.

P. 90

Ik verbaas me over de opmerking dat ontwerpen bij scheikunde niet goed mogelijk is. Er zijn heel aardige opdrachten zelfs voor de onderbouw (zie proefschrift Marijn Meijers; werk van Hanna Stammes in Delft). Ontwerpen bij scheikunde is juist zo'n uitgelezen mogelijkheid om micro-macro denken te stimuleren (micro is ongeveer gelijk aan structuur; macro is ongeveer gelijk aan functie). Gemiste kans!