



Life & Science

Leerplankader

April 2013

slo

nationaal
expertisecentrum
leerplan-
ontwikkeling

Verantwoording



2013 SLO (nationaal expertisecentrum leerplanontwikkeling), Enschede

Mits de bron wordt vermeld, is het toegestaan zonder voorafgaande toestemming van de uitgever deze uitgave geheel of gedeeltelijk te kopiëren en/of verspreiden en om afgeleid materiaal te maken dat op deze uitgave is gebaseerd.

Auteurs: Wim Spek, Jos Paus

Informatie

SLO

Afdeling: vo onderbouw

Postbus 2041, 7500 CA Enschede

Telefoon (053) 4840 660

Internet: www.slo.nl

E-mail: vo-onderbouw@slo.nl

AN: 4.6578.540

Inhoud

1.	Inleiding	5
2.	Het leerplankader	7
2.1	Visie	8
2.2	Leerdoelen	8
2.3	Leerinhoud	10
2.4	Leeractiviteiten	11
2.5	De rol van de docent	15
2.6	Leerbronnen en materialen	16
2.7	Groeperingsvormen	17
2.8	Leeromgeving	17
2.9	Tijd	18
2.10	Toetsing	18
3.	Referenties	21
4.	Bijlagen	23
4.1	Artikel 12-18	23
4.2	Schematisch overzicht Life & Science	25
4.3	Leerdoelen voor onderzoekend ontwerpen leerjaar 1 Life & Science	26
4.4	Leerdoelen voor onderzoeken leerjaar 2 Life & Science	27

1. Inleiding

Vanaf 2004 zijn er in samenwerking met de overheid begaafdheidsprofiel scholen gerealiseerd. Deze scholen bieden structureel een programma aan aan meerbegaafde leerlingen. De veronderstelling is dat wanneer het curriculum beneden het niveau van de leerling ligt, het brein niet geneigd is actief te reageren. Het leerplan moet dan ook aangepast worden aan de behoeften van deze groep leerlingen. Dit kan bijvoorbeeld door een breder en meer verdiepend aanbod vanuit de bètavakken, waarbij aandacht is voor een uitdagende inhoud en voor natuurwetenschappelijke vaardigheden als onderzoeken, ontwerpen en waarderen en oordelen. Dit aanbod kan worden vormgegeven onder de paraplu van Life & Science en kan ook onder deze naam ingeroosterd worden. Voor u ligt een leerplankader dat bedoeld is om coördinatoren en docenten te helpen met het inrichten van de lessen Life & Science in de onderbouw. Life & Science is ontstaan uit een initiatief van het Bonhoeffer College, locatie Van der Waalslaan en de Universiteit Twente. Het nationaal expertisecentrum voor leerplanontwikkeling (SLO), is er bij betrokken om Life & Science in te bedden in het leerplan (zie bijlage 1: artikel 12-18, december 2011).

Dit leerplankader beschrijft leerplankundige aspecten vanuit twee perspectieven. Enerzijds vanuit een algemeen perspectief, anderzijds vanuit het perspectief van de school met aandacht voor de praktische invoering.

De kenmerken van het nieuwe vak Life & Science zijn de volgende:

- Verbinding technologie & maatschappij.
- Onderzoeks- en ontwerpvaardigheden.
- Kapstok voor andere disciplines, als wetenschapsfilosofie en wiskunde.
- Doet recht aan associatieve vermogen van talentvolle leerlingen.
- Doorlopende leerlijn naar tweede fase.
- Samenhang tussen diverse vakgebieden.
- Onderdelen kunnen ook als losse modules gebruikt worden.

Dit houdt in dat het onderwijsproces anders moet worden georganiseerd door de scholen. Dit document geeft handvatten aan docenten, projectleiders en directies om de lessen in te richten en kaders aan te geven waarbinnen het proces georganiseerd kan worden.

Het Bonhoeffer College Enschede, locatie Van der Waalslaan is een brede scholengemeenschap met vmbo-havo-vwo-gymnasium. De school heeft het nieuwe vak Life & Science ingevoerd onder de vlag van de kenniskring talentmaximalisatie Twente (KTT, zie website: <http://www.talentintwente.nl/>). In dit samenwerkingsverband zijn alle scholen voor voortgezet onderwijs in de regio vertegenwoordigd. Deze scholen proberen speciale lessen te maken voor meerbegaafde leerlingen.

De school is lid van de 'Vereniging Begaafdheidsprofiel scholen', een vereniging van scholen die zich richt op het aanbieden van passend onderwijs aan leerlingen die getalenteerd, hoog intelligent of (hoog)begaafd zijn. Deze vereniging ontwikkelt een keurmerk waaraan de scholen die lid zijn moeten voldoen, dit ter beoordeling van een visitatiecommissie. De website van deze vereniging is: <http://www.begaafdheidsprofiel scholen.nl/>

Het Bonhoeffer College heeft Life & Science ingebracht als pilot, waarna het ook geïmplementeerd kan worden op andere (16) scholen van het samenwerkingsverband. De pilot is van start gegaan in het schooljaar 2010/2011. Het streven is dat een aantal scholen van

de kenniskring Life & Science gaan invoeren.

De ruimte voor Life & Science haalt de school uit de reguliere lessen. De vakken Engels, wiskunde en Nederlands leveren een uur in, daarvoor in de plaats komen de (onderbouw) V+ leerlingen bij elkaar in het vak Life & Science. De lessentabel is voor deze groep dus aangepast: twee uren Life & Science per week in de drie onderbouwjaren.

*Het ontwikkelde lesmateriaal is op te vragen bij de heer E. Gerritsen,
gerritsen@bc-enschede.nl .*

2. Het leerplankader

De kern van dit leerplankader betreft de doelen en suggesties voor inhouden van het leren. Veranderingen in die kern veronderstellen meestal ook wijzigingen in veel andere kwesties met betrekking tot het (plannen van) leren. Een verhelderende manier om een en ander in samenhang te visualiseren is het zogenaamde curriculaire spinnenweb (Van den Akker, 2003). De kern en de negen draden van het spinnenweb verwijzen naar tien onderdelen van het curriculum die elk een vraag over het (plannen van) leren door leerlingen betreffen:



Het curriculaire spinnenweb (Van den Akker, 2003)

In het spinnenweb fungeert het onderdeel 'visie' als centrale, verbindende schakel; de overige onderdelen zijn verbonden met die visie. Idealiter zijn ze ook met elkaar verbonden, zodat er sprake is van consistentie en samenhang. De metafoer van het spinnenweb onderstreept het kwetsbare karakter van een curriculum. Spinnenwebben zijn weliswaar enigszins flexibel maar dreigen toch te scheuren als er te hard en eenzijdig aan bepaalde draden getrokken wordt zonder dat de andere draden meebewegen. Een bekende zegswijze is ook treffend van toepassing op curricula: elke keten is zo sterk als de zwakste schakel. Daarom hoeft het geen verbazing te wekken dat het zo moeilijk blijkt (duurzaam) succesvolle curriculumvernieuwing te realiseren.

Het ontwerpen of vernieuwen van een curriculum kan in principe bij elke component beginnen. Traditioneel kreeg de leerstof (inhoud) vaak de meeste aandacht. De laatste jaren blijken nieuwe inzichten en opvattingen over leren vaak een inspiratiebron voor vernieuwing. Ook de locatie blijkt een veel minder neutrale factor dan dikwijls verondersteld. Leren kan niet alleen op vele plekken (binnen en buiten school) plaatsvinden, ook de inrichting van de leeromgeving

krijgt meer belangstelling. De tijdsfactor is een klassiek object van veel curriculumdiscussies: hoe wordt de altijd schaarse hoeveelheid tijd verdeeld over domeinen en leertaken? Op school- en klasniveau zijn vrijwel alle componenten aan de orde. Algehele consistentie is daar van cruciaal belang voor een succesvolle implementatie van (duurzame) vernieuwingen. Dat is een buitengewoon moeilijke opgave. Veelal is er sprake van een proces van vallen en opstaan, met slechts geleidelijke vooruitgang. In dit leerplankader houden we de onderdelen van het curriculaire spinnenweb aan.

2.1 Visie

De schoolvisie op Life & Science kan kernachtig worden weergegeven:

We willen dat de leerlingen:

- inzicht krijgen in de invloed van natuurwetenschappen op het wereldbeeld en op het alledaagse leven;
- inzicht krijgen in de bruikbaarheid en de betekenis van de natuurwetenschappen voor tal van wetenschappelijke en maatschappelijke vragen;
- inzicht krijgen in de verwevenheid van verschillende domeinen (natuurkunde, wiskunde, scheikunde, biologie, techniek, ethiek);
- (natuurwetenschappelijke) vaardigheden leren.

Omdat meerbegaafde leerlingen meer kunnen, in minder tijd, kan de school hen méér uitdaging, méér diepgang en méér vakken aanbieden. Bij Life & Science leren de leerlingen dat wetenschap en techniek een belangrijke bijdrage kunnen leveren aan het oplossen van maatschappelijke vraagstukken. Zo heeft Life & Science een wetenschappelijke, technische en een maatschappelijke, ethische kant waarbij de nadruk ligt op het aanleren van vaardigheden.

Life & Science moet aansluiten bij de bovenbouw, zowel bij Natuur, Leven en Technologie (NLT) omdat dit vak al breed aansluit bij de andere exacte vakken, als bij maatschappijleer.

2.2 Leerdoelen

De kenmerken van Life & Science komen voor een groot deel overeen met de karakteristieken van de onderbouw, namelijk:

de leerling:

- leert actief en in toenemende mate zelfstandig;
- leert samen met anderen;
- leert in samenhang;
- oriënteert zich;
- leert in een uitdagende, veilige en gezonde leeromgeving;
- leert in een doorlopende leerlijn.

Daarnaast levert Life & Science een belangrijke bijdrage aan het behalen van de volgende kerndoelen van de onderbouw:

28. *De leerling leert vragen over natuurwetenschappelijke, technologische en zorg gerelateerde onderwerpen om te zetten in onderzoeksvragen, een dergelijk onderzoek over een natuurwetenschappelijk onderwerp uit te voeren en de uitkomsten daarvan te presenteren.*

Dit kerndoel richt zich op het zelf uitvoeren van onderzoek.

29. *De leerling leert kennis te verwerven over en inzicht te verkrijgen in sleutelbegrippen uit het gebied van de levende en niet-levende natuur, en leert deze sleutelbegrippen te verbinden met situaties in het dagelijks leven.*

Dit kerndoel richt zich op het verbinden met contexten in het dagelijks leven. Binnen Life & Science liggen deze contexten soms wellicht verder van de leerlingen af dan het dagelijks leven; dit kan een uitdaging zijn voor meerbegaafde leerlingen.

30. *De leerling leert dat mensen, dieren en planten in wisselwerking staan met elkaar en hun omgeving (milieu), en dat technologische en natuurwetenschappelijke toepassingen de duurzame kwaliteit daarvan zowel positief als negatief kunnen beïnvloeden.*

Met name het tweede deel van dit kerndoel beschrijft het beoogde 'Life'-deel van het vak Life & Science.

31. *De leerling leert onder andere door praktisch werk kennis te verwerven over en inzicht te verkrijgen in processen uit de levende en niet-levende natuur en hun relatie met omgeving en milieu.*

Dit kerndoel lijkt op kerndoelen 29 en 30, alleen gaat het hier om processen in plaats van concepten. Bovendien wordt hier iets gezegd over het 'hoe' (praktisch werk).

32. *De leerling leert te werken met theorieën en modellen door onderzoek te doen naar natuurkundige en scheikundige verschijnselen als elektriciteit, geluid, licht, beweging, energie en materie.*

Dit kerndoel gaat over het 'wat', maar ook hier wordt iets gezegd over het 'hoe' (onderzoek doen).

33. *De leerling leert door onderzoek kennis te verwerven over voor hem relevante technische producten en systemen, leert deze kennis naar waarde te schatten en op planmatige wijze een technisch product te ontwerpen en te maken.*

Dit kerndoel gaat over kennis verwerven van technologie, planmatig werken en ontwerpen.

34. *De leerling leert hoofdzaken te begrijpen van bouw en functie van het menselijk lichaam, verbanden te leggen met het bevorderen van lichamelijke en psychische gezondheid, en daarin een eigen verantwoordelijkheid te nemen.*

Dit kerndoel sluit aan bij inhouden van het tweede leerjaar van Life & Science.

35. *De leerling leert over zorg en leert zorgen voor zichzelf, anderen en zijn omgeving, en hoe hij de veiligheid van zichzelf en anderen in verschillende leefsituaties (wonen, leren, werken, uitgaan, verkeer) positief kan beïnvloeden.*

Zorg voor ouderen komt terug in het tweede deel van leerjaar 1.

In het curriculum van Life & Science staan vijf vaardigheden centraal, namelijk:

1. onderzoeken
2. ontwerpen
3. waarderen en oordelen
4. reflecteren
5. samenwerken.

Deze vijf vaardigheden zijn uitgewerkt, waarvan enkele tot een uitgebreide **leerlijn**. Deze leerlijnen zijn gebaseerd op de leerlijnen voor natuurwetenschappelijke vaardigheden voor havo-vwo van Rodenboog en Spek (2010).

In de praktijk betekent dit: leren door doen in projecten, waarbij als rode draad de onderzoeks- en ontwerpcyclus wordt genomen, met aandacht voor samenwerken, waarderen, oordelen, reflecteren. Daarbij spelen reken- en wiskundevaardigheden en informatievaardigheden een ondersteunende rol (zie bijlage 2: Schematisch overzicht Life & Science).

Met deze leerlijn als basis kan voor elk leerjaar een specifiek en passend curriculumontwerp worden uitgewerkt. In leerjaar 1 staan de vaardigheden ontwerpen en samenwerken centraal. Er wordt tijdens de projecten gewerkt volgens de cyclus van onderzoekend ontwerpen.

2.3 Leerinhoud

Globaal komen de volgende onderwerpen en vaardigheden per leerjaar aan bod:

Leerjaar 1	<ul style="list-style-type: none">• Introductie in de wetenschapsfilosofie• Onderzoekend ontwerpen• Samenwerken
Leerjaar 2	<ul style="list-style-type: none">• Vervolg op de wetenschapsfilosofie• Onderzoeken• Werken aan een publicatie• Samenwerken
Leerjaar 3	<ul style="list-style-type: none">• Waarderen en oordelen• Samenwerken

De school kan deze vaardigheden zelf met thema's verder invullen.

De pilotschool Bonhoeffer heeft deze vaardigheden als volgt ingevuld:

Leerjaar 1

Het thema in dit jaar is robotica. Leerlingen nemen deel aan de First LEGO League in december, zij moeten een robot programmeren en ontwerpen die voldoet aan een aantal specifiek gestelde eisen. Ze werken gedurende die tijd volgens de ontwerpcyclus. Omdat de wedstrijd al plaats vindt in december, moet er vanaf het begin van het schooljaar stevig gewerkt worden aan de doelen die deze wedstrijd opgeeft. Gestructureerd werken is hierbij een belangrijk aandachtspunt.

In het tweede halfjaar ontwerpen leerlingen robots die een verzorgende taak overnemen van ouderen of deze vergemakkelijken. Het gaat om alledaagse situaties die voor ouderen problemen op kunnen leveren.

Daarnaast wordt aandacht besteed aan ethiek en robotica. Het gaat daarbij onder meer over diverse stromingen in de ethiek en over problemen waarover leerlingen moeten nadenken wanneer de techniek ons méér mogelijkheden biedt.

Leerjaar 2

Het thema in dit jaar is biomedische technologie. Leerlingen leren werken volgens een onderzoekscyclus, zij stellen hypotheses, experimenteren en leren conclusies te trekken. Aan het eind van het jaar wordt een eigen wetenschappelijk tijdschrift gepubliceerd.

Ook nu wordt er aandacht gegeven aan ethische vraagstukken, zoals bij het toepassen van technologie in de medische wereld: 'Wat mag nog wel en wat is niet meer in overeenstemming met je normen en waarden'.

2.4 Leeractiviteiten

Leerlingen leren ontwerpen en onderzoeken. De leeractiviteiten over de jaren worden hieronder genoemd.

De activiteiten van het eerste leerjaar zijn de volgende:

- Verrichten van onderzoek, afgerond met een presentatie.
- Doorlopen van een ontwerpproces, starten met probleemanalyse, oplossingen bedenken, maken van een prototype of een model en afronden met een presentatie.
- Evalueren van en reflecteren op het proces en het product.

De activiteiten van het tweede leerjaar zijn:

- Oriënteren op een probleem als voorbereiding op een onderzoek.
- Opzetten van een onderzoek: het formuleren van hoofd- en deelvragen, het maken van een planning, het eventueel maken van een proefopstelling et cetera.
- Uitvoeren van het onderzoek: het verzamelen van gegevens, het verwerken van de gegevens.
- Nagaan of de hoofd- en deelvragen beantwoord kunnen worden en het komen tot conclusies.
- Maken van een onderzoeksverslag en het geven van een presentatie.
- Evalueren en reflecteren van het onderzoeksproces.

Leerjaar 3 is nog in ontwikkeling.

Op het Bonhoeffer College hebben de lessen Life & Science over het algemeen de volgende opbouw. Vooraf moeten leerlingen een deel van het lesmateriaal bestuderen en een aantal opdrachten maken. Tijdens de les gaan zij op verschillende manieren aan het werk. De opbouw van het lesuur is meestal:

- introductie: bespreken van huiswerk en vragen uit de vorige les;
- theorie: uitleg over de leerstof;
- praktijk: het maken van practicum opdrachten;
- project: zelfstandig werken.

Vaak staat er aan het eind van een les een aantal huiswerkopdrachten. De meeste van deze opdrachten moeten leerlingen individueel maken, maar sommige opdrachten mogen in teamverband gemaakt worden.

Belangrijke ijkpunten van de prestaties van leerlingen zijn de presentaties die als een rode draad door leeractiviteiten lopen.

In leerjaar 1

Op de pilotschool Bonhoeffer gaan leerlingen in het eerste leerjaar aan de slag met robots. Zij maken kennis met het onderwerp Robotica, leren over verschillende soorten robots en hun onderdelen en functie. Ze leren een robot te ontwerpen om een probleem op te lossen, waarbij het programmeren van de robot een belangrijke rol speelt.

Dit eerste leerjaar is opgedeeld in twee delen, een deel voor en een deel na de kerstvakantie. Tijdens het eerste deel van de lessen doen de leerlingen mee aan de First LEGO League. Deze wedstrijd bestaat uit twee onderdelen:

1. Een onderzoek en vervolgens een presentatie.
2. Het ontwerpen en bouwen van een robot.

Ieder jaar worden teams met een grootte van vijf à zes leerlingen ingeschreven bij de First LEGO League. Tijdens de lessen van het vak Life & Science leren leerlingen hoe zij een robot kunnen maken die zo goed mogelijk de opdrachten van de First LEGO League uitvoert. In de projecturen gaan zij aan de slag om de robot te bouwen en te testen.

Tijdens het tweede deel van het jaar gaan leerlingen volgens de ontwerpcyclus een robot ontwerpen die een verzorgende taak kan overnemen van ouderen. Het project wordt gespreid over zeven weken.

Hieronder worden enkele voorbeelden genoemd die in het lesmateriaal voorkomen.

Fase van onderzoekend ontwerpen	Voorbeeld in het lesmateriaal
1. Oriëntatie op het probleem	De leerlingen leren tijdens dit project robots te bedenken, te ontwerpen en te maken die toepasbaar zijn in een concrete situatie. In dit geval gaat het om robots die een verzorgende taak overnemen van ouderen, of deze taak vergemakkelijken. Het gaat om alledaagse situaties die voor ouderen problemen op kunnen leveren.
2. Vooronderzoek	Om deze situaties voor de leerlingen te concretiseren, krijgen de leerlingen de opdracht een robot te maken die verbetering boekt op één van de volgende gebieden: <ul style="list-style-type: none"> • huishoudelijke taken • boodschappen doen • lichamelijke hygiëne • medicatie • voeding • immobiliteit. Er wordt van ze verwacht dat ze in vaste groepjes een probleem binnen deze gebieden bedenken. Een onderzoek kan daarvan deel uitmaken. Van die concepten kiezen ze één uit om verder uit te werken met de beschikbare LEGO Mindstormspakketten.
3. Programma van eisen opstellen	Leerlingen stellen voor het gekozen concept een programma van eisen op.
4. Deeluitwerkingen bedenken	Leerlingen bedenken drie conceptoplossingen voor het probleem.
5. Ontwerpvoorstel maken	Leerlingen kiezen de beste oplossing en maken een ontwerpvoorstel.
6. Prototype construeren	Na de eerste drie weken wordt er verwacht dat iedere groep op basis van het ontwerpvoorstel een eerste prototype gaat maken.
7. Testen en evalueren	Tussentijds wordt de robot getest, worden er verbeteringen aangebracht en opbrengsten vastgelegd in een verslag.

Fase van onderzoekend ontwerpen	Voorbeeld in het lesmateriaal
8. Presenteren van de oplossing	Op het eind moeten de leerlingen een robot gemaakt hebben. Zij hebben een verslag geschreven over het ontwerpproces en hebben een presentatie gegeven. De presentaties worden in de laatste week gehouden, waarbij alle groepsleden een actieve rol hebben.
9. Evalueren en reflecteren	Voor elk van de onderdelen (zie onder) krijgen leerlingen een beoordeling. In principe zijn de cijfers voor iedereen binnen een groepje gelijk, al kan hier een uitzondering op gemaakt worden als de inspanningen van de verschillende groepsleden erg uiteenlopen. Alle leerlingen beoordelen hun groepsleden op een aantal punten. Op het eind kijken alle groepen terug op het gehele ontwerp- en groepsproces en stellen een lijstje verbeterpunten op.

Op het Bonhoeffer College wordt de volgende beoordeling gehanteerd:

Bij de verschillende onderdelen wordt op de volgende punten gelet:

Het ontwerp van de robot:

- De uitdaging van het gekozen probleem.
- De creativiteit en originaliteit van de oplossing.
- De kwaliteit van de bouw van de robot.
- De kwaliteit en de moeilijkheid van het programmeren.
- De werking van de robot tijdens de presentatie.

Het maken van het verslag:

- De inhoud van het verslag.
- De kwaliteit van het taalgebruik.
- De lay-out van het verslag.

Het geven van de presentatie:

- De bijdrage aan de presentatie van alle groepsleden.
- De opbouw van de presentatie.
- De kwaliteit van de ondersteunende PowerPoint- of Prezipresentatie.
- De verstaanbaarheid van de sprekers.
- De inhoud van de presentatie.

Het cijfer dat de groep krijgt kan individueel bijgesteld worden door te kijken naar de beoordelingen die de leerlingen elkaar geven. Zo kunnen individuele inspanningen gewaardeerd worden.

In leerjaar 2

Tijdens het tweede leerjaar doen leerlingen een onderzoek naar verschillende onderwerpen die gaan over biomedische technologie. Zij werken volgens een natuurwetenschappelijke onderzoeksmethode en stellen onder meer onderzoeksvragen, stellen hypothesen, experimenteren en leren conclusies te trekken. Als product leveren zij een bijdrage aan een eigen wetenschappelijk tijdschrift.

Hieronder staan enkele voorbeelden die in het lesmateriaal voorkomen.

Fase van onderzoek	Voorbeeld in het lesmateriaal
1. Oriënteren op de onderwerpen	<p>Hoofdstuk 2: de leerlingen krijgen (theorie)les over elektrische lading en stroom. De theorie wordt toegepast op het meten van stroom en spanning bij het menselijk lichaam.</p> <p>Ook vaardigheden komen aan de orde: in hoofdstuk 4 leren de leerlingen het stellen van goede vragen bij een onderzoeksopdracht. Dit kunnen ook vragen zijn die betrekking hebben op henzelf: 'Waar hoef je de minste teksten voor te lezen' of 'Waarom vind je dit interessant?'</p>
2. Vooronderzoek a. Vraagstelling b. Voorbereiding van het onderzoek c. Opzetten van het onderzoek en het verzamelen van gegevens d. Verwerken van gegevens e. Formuleren conclusies	<p>Hoofdstuk 7: leerlingen maken een mindmap om een overzicht te maken van de onderdelen die ze wél weten en die ze niet weten. Ook gaan de leerlingen na hoe ze de 'hoofdonderdelen' gaan splitsen in 'subonderdelen'.</p> <p>Hoofdstuk 6: leerlingen gaan op zoek naar goede bronnen en gaan na hoe je de bronnen kunt controleren op betrouwbaarheid ('Je kunt via Google Scholar zoeken naar wetenschappelijke artikelen. Deze artikelen zijn gepubliceerd en dus gecontroleerd op waarheid.'). Ook leren zij hoe een bronvermelding in een verslag vermeld moet worden.</p>
3. Probleemstelling formuleren a. Doelstelling b. Onderzoeksvraag c. Hypothese	<p>Hoofdstuk 8: leerlingen leren het stellen van een hoofd- en deelvragen. Ook valkuilen komen aan de orde (bijvoorbeeld: 'ga in je deelvragen geen nieuwe dingen toevoegen, die niet belangrijk zijn voor het beantwoorden van je hoofdvraag').</p>
4. Voorbereiding van het onderzoek a. Kiezen van de onderzoeksmethode b. Planning c. Bronnen	<p>Hoofdstuk 9: leerlingen denken na over wat ze willen weten, hoe ze het gaan onderzoeken, wat ze nodig hebben ('Houd goed bij waar je de bronnen hebt gevonden, zodat je dit kunt gebruiken in je bronvermelding'). Daarnaast maken ze gebruik van een 'braindump' en 'brainstorm'.</p> <p>Ze maken ook een lijstje met een planning en een taakverdeling binnen de groep.</p>
5. Opzetten en uitvoeren van het onderzoek en het verzamelen van gegevens	<p>Hoofdstuk 10: leerlingen leren wat afhankelijke en onafhankelijke variabelen zijn, wat een valide onderzoek is en hoe ze met toevallige en systematische meetfouten om moeten gaan ('Systematische fouten kun je niet door middeling kleiner maken').</p>
6. Verwerken van gegevens	<p>Hoofdstuk 11: leerlingen leren hoe zij de onderzoeksresultaten kunnen verwerken in tabellen, diagrammen of grafieken ('Het is belangrijk om over de manier van verwerking goed na te denken omdat dit bepaalt wat je kunt afleiden').</p>
7. Formuleren en conclusies en onderzoeksresultaten vergelijken met de hypothese	<p>Hoofdstuk 11: 'Als je een conclusie trekt, vertel dan ook waarom je deze conclusie trekt en waarom het niet anders kan zijn.'</p> <p>Hoofdstuk 14: leerlingen leren hoe zij de conclusie van het onderzoek moeten beschrijven. Ook leren zij aandacht te besteden aan de discussie en de aanbevelingen naar aanleiding van het onderzoek.</p>

Fase van onderzoek	Voorbeeld in het lesmateriaal
8. Verdiepen, waarderen en oordelen	Hoofdstuk 13: leerlingen leren om te gaan met dilemma's ('..mag iemand met twee gezonde benen er ook voor kiezen om prothesen te nemen?').
9. Maken van het onderzoeksverslag en de presentatie	In verschillende hoofdstukken komen vaardigheden voor het schrijven van een verslag of een artikel voor. Bijvoorbeeld in hoofdstuk 12: leerlingen leren een interview voor te bereiden en te verwerken.
10. Evalueren en reflecteren	In verschillende hoofdstukken komen vaardigheden voor evaluatie en reflectie voor. Bijvoorbeeld in Hoofdstuk 5: leerlingen leren te reflecteren op onderwerpen ('Wat vind ik leuk en waarom?'), maar ook op eigen handelen en dat van teamgenoten (geven van feedback, stellen van vragen).

In leerjaar 3

Opzetten en uitvoeren van een zelfgekozen onderzoek, met nog meer nadruk op ethische aspecten.

2.5 De rol van de docent

De leraar neemt de rol van coach en begeleider van het leerproces aan. Van de leerlingen wordt verwacht dat zij verantwoordelijkheid en initiatief tonen, de leraar ondersteunt hen hierin. Een belangrijke taak van de leraar is dat hij/zij denkactiviteiten ondersteunt en leidt. De leraar stuurt het denkproces van de leerlingen in de goede richting, maar geeft geen 'kant-en-klare' antwoorden of oplossingen. De leraar speelt daarnaast in op de behoeften van de leerlingen. Wanneer er een probleem of behoefte wordt gesignaleerd door de leerlingen, voorziet de leraar in begeleiding en eventueel materiaal om het probleem op te lossen.

De leraar stelt vragen en is kritisch om een reflectieve houding te stimuleren en de leerlingen na te laten denken over bepaalde stappen of werkwijzen.

Om te zorgen dat deze begeleiding effectief is, moet de leraar zich kunnen verplaatsen in de interesse van de klas en de individuele leerling. Hij moet voldoende kennis hebben over het vakgebied, empathisch zijn en enthousiast over het vakgebied kunnen vertellen. Daarnaast zijn managementvaardigheden nodig om deze rol succesvol te vervullen (Paalman, Een intelligent ontwerp, de ontwikkeling van het vak Life & Science voor hoogbegaafde leerlingen van het Bonhoeffer College, Enschede).

Op het Bonhoeffer College wordt de rol van de docent als volgt geconcretiseerd:

De rol van de docent is anders bij het onderwijs aan hoogbegaafde leerlingen dan bij het reguliere onderwijs. Hoogbegaafde leerlingen hebben minder behoefte aan leraar-regulatie. Toch is er wel degelijk een belangrijke rol voor de docent bij het onderwijs aan hoogbegaafden, zeker wanneer men kiest voor een constructivistische, actieve manier van leren. Het leerproces is bij deze benadering niet gestuurd en geïnitieerd door de leraar, maar door de leerlingen die proberen een antwoord te vinden op het gestelde probleem. Dit maakt de leraar tot een begeleider van het leerproces, in plaats van de eigenaar van het leerproces (Van Os, 2009).

De docent stuurt het denkproces en geeft geen 'kant-en-klare' antwoorden of oplossingen:

- De docent stuurt het denkproces door leerlingen te stimuleren om bij een onderzoek de hoofd- en deelvragen zo concreet mogelijk te formuleren en maakt daarbij duidelijk waarom dat zo belangrijk is.
- Leerlingen worden gestimuleerd om vragen te stellen en zelf na te denken over oplossingen. Het lesmateriaal geeft richting, bijvoorbeeld: 'Stap twee is het uitschrijven van je analyse. Wat zie je in de tabel, diagram of grafiek? Waarom interpreteer je het op die

manier? Wat betekent dit voor je resultaten? De bedoeling is dat je dit op zo'n manier uitschrijft dat het te begrijpen is voor iemand die niets van het onderzoek af weet.'

- Ongetwijfeld komen leerlingen met hun analyse bij de docent om te vragen 'of het zó goed is'. De docent gaat met hen dan na aan welke eisen een goede analyse moet voldoen, maar laat de beslissing aan de leerling.

De docent begeleidt het proces:

- De docent voelt aan wanneer de leerling behoefte heeft aan een overzicht waar hij mee bezig is of moet gaan. In dit geval kan de docent het gebruikmaken van een mindmap stimuleren.
- De docent geeft goede feedback op het gedrag van een leerling, zeker als er een conflict dreigt te ontstaan in een team. Bijvoorbeeld: binnen een team ontstaat ruzie over de taakverdeling. Dit sluimert eerst en komt daarna aan de oppervlakte tijdens het verdelen van het materiaal. Eerder herkennen van irritatie en beter feedback geven op het handelen van de leerling had de ruzie kunnen voorkomen.
- Leerlingen kunnen komen met 'wilde ideeën', die wellicht het onderzoeken waard zijn. De docent herkent het enthousiasme bij de leerlingen, neemt deze ideeën serieus en hij helpt hen deze uit te werken tot een onderzoek.

De docent zorgt voor ruimte en materiaal om een probleem op te lossen:

- De docent reageert tijdig wanneer de leerlingen toe zijn aan experimenteren en stimuleert leerlingen om dat op tijd aan te geven. Hij zorgt er dan voor dat de benodigdheden voor het experimenteren op tijd aanwezig zijn.
- Bij het experimenteren hebben leerlingen meestal méér ruimte nodig met meerdere mogelijkheden. De docent zorgt daarvoor (praktikumlokalen, grotere ruimten ...).

De docent stimuleert de reflectieve houding van de leerling:

- De docent prikkelt de leerling om de goede hoofd- en deelvragen te stellen en bespreekt met de leerling of hij daarmee een oplossing zal vinden voor het gestelde probleem.
- De docent stimuleert de leerling om terug te kijken op de oplossingen die de leerling zelf bedacht heeft.
- De docent activeert de leerling om terug te kijken op zijn eigen gedrag, zowel tijdens het onderzoek als aan het einde.

Omdat de docent een grote rol heeft als procesbewaker, zal de inzet van een technisch onderwijsassistent (TOA) heel nuttig zijn op sommige momenten. Hij zal de leerlingen kunnen helpen bij het gebruik van de (technische) materialen. Zie ook de impressie van het interview met de afdelingsleider van het Bonhoeffer College over onder andere de rol van de docent en de PAL's.

2.6 Leerbronnen en materialen

Het lesmateriaal voor Life & Science moet sturend zijn voor wat de leerlingen moeten kennen en kunnen. Het is niet nodig dat de inhoud van de lessen hierin uitputtend beschreven wordt. De rode draad van het curriculum wordt gevormd door de al eerder genoemde vijf vaardigheden.

Dat betekent dat de leerlingen eerst het probleem moeten afbakenen, hoofd- en deelvragen moeten stellen en na moeten gaan hoe ze antwoorden krijgen op die vragen. Leerlingen gaan zelf op zoek naar bronnen van kennis, die ze missen en nodig hebben in hun zoektocht. Leerlingen kunnen de informatie halen van het internet, uit (leer)boeken en tijdschriften, maar ook via interviews met professionals (uit hun eigen omgeving). De docent kan zorgen voor experts van buiten die iets vertellen over hun dagelijkse werkzaamheden.

De leerlingen van het Bonhoeffer College maken gebruik van de volgende leerbronnen en materialen:

Leerjaar	Bronnen, materiaal	Leerling/docent/ TOA
1	<ul style="list-style-type: none"> • Lesmateriaal • Belangrijke bron voor het eerste half jaar is het lesmateriaal geschreven door PAL's (PAL = persoonlijk assistent leraar). Daarnaast staat de First LEGO League centraal, de wedstrijd waaraan de leerlingen gaan deelnemen. Alle informatie hierover staat op de website https://firstlegoleague.techniekpromotie.nl/Pages/Welkom.aspx. • LEGO-Mindstorm materiaal. 	Docent, TOA, PAL's
2	<ul style="list-style-type: none"> • Lesmateriaal • Elektrische schakelmateriaal, lampjes • Meetapparatuur om spieractiviteit meten • Artikelen/applets over Röntgenapparatuur • Internet om zelf bronnen te zoeken • Eigen materiaal om te experimenteren. 	Docent/TOA/PAL's: materiaal voor de kleinere proefjes Leerlingen zoeken zelf hun bronnen Docent: gastsprekers en organiseren van excursies.
3	Leerjaar 3 is nog in ontwikkeling. In leerjaar 3 wordt aandacht besteed aan: <ul style="list-style-type: none"> • afval op school • de elektrische auto • the green canteen • buurtenergie. 	

2.7 Groeperingsvormen

Samenwerkend leren in homogene groepen is belangrijk voor meerbegaafde leerlingen.

Leerlingen leren van elkaar en brengen elkaar op ideeën. Samenwerken is dan ook één van de doelen van Life & Science. Leerlingen beoordelen elkaar bij het samenwerken. Problemen die ontstaan binnen een groep kunnen op deze manier sneller gesignaleerd worden.

Leerlingen krijgen in de loop van de tijd méér verantwoordelijkheid, zij krijgen in de loop van de leerjaren steeds grotere taken waaraan ze individueel en als groep meer zelfstandig moeten werken.

Als op het Bonhoeffer College meerbegaafde leerlingen worden aangemeld, kijkt de school naar de adviezen van de basisschool en naar de Citoscore (deze moet 545 of hoger liggen).

Daarnaast worden de leerlingen extern getest. Op basis van deze selectieprocedure wordt circa de helft van de aangemelde meerbegaafde leerlingen geplaatst in de V+klas.

2.8 Leeromgeving

Bij het oplossen van een ontwerp- of onderzoeksprobleem hebben de leerlingen ruimte nodig om een onderzoek voor te bereiden en uit te voeren, om een ontwerp en een model te maken, te overleggen met elkaar en bronnen te raadplegen.

Daarnaast stelt groepswork ook eisen aan de grootte van het lokaal. Als de ruimte groot genoeg is hebben de groepjes geen last van elkaar.

Samengevat: de leerlingen werken op school in een multifunctionele ruimte(s), met ruimte voor:

- onderzoek (experimenten et cetera)
- technische realisatie van het ontwerp
- overleg
- studie
- ICT-gebruik.

Daarnaast leren leerlingen buiten school, zoals thuis en bij externe experts in bedrijven en onderwijsinstellingen.

Het Bonhoeffer College heeft gekozen voor:

- één groot lokaal met bergruimte;
- het lokaal heeft een beamer of digibord;
- één laptop per team leerlingen;
- één LEGO Mindstorms basisset per team met eventuele uitbreidingssets;
- internettoegang in lokaal;
- docent als begeleider, eindverantwoordelijk;
- begeleiding door een persoonlijk assistent van de leraar (PAL);
- begeleiding door een technisch onderwijsassistent (TOA).

2.9 Tijd

Er zijn verschillende mogelijkheden om Life & Science in te zetten binnen het curriculum: als project of als vak. Life & Science levert een bijdrage aan het bereiken van de meeste kerndoelen van de onderbouw. Het is dan ook gerechtvaardigd dat Life & Science in plaats van een deel van de uren van de reguliere vakken komt. Om de doelen van Life & Science te bereiken zijn er minimaal twee lessen (circa 90 - 110 minuten) per week nodig. Op jaarbasis komt dit uit op circa 70 - 80 lessen.

Naast deze contacttijd hebben de leerlingen ook tijd nodig voor het maken van huiswerk, het voorbereiden van presentaties, het maken van verslagen, het zoeken van en in bronnen. Ook moet rekening gehouden worden met tijd voor excursies naar bedrijven of scholen en het volgen van lessen op andere instituten.

Het Bonhoeffer College heeft gekozen om Life & Science als vak in te voeren voor V+leerlingen, met een vaste plaats binnen het curriculum. Leerlingen hebben twee uur op het rooster. Daarnaast is er ruimte om op een aantal middagen per jaar op excursie te gaan.

2.10 Toetsing

Bij Life & Science werken de leerlingen voor een groot deel in groepsverband. Voor het toetsen van groepsproducten geven Van Berkel en Bax (2006) een aantal mogelijke aspecten weer waar leerlingen als groep op beoordeeld kunnen worden:

1. *Concreet groepsproduct*: bijvoorbeeld: onderzoeks- of ontwerpverslag, prototype of model.
2. *Taakproces*: onderzoeksmethode, ontwerpproces, de marge tussen planning en realisatie.
3. *Groepsproces*: afspraken, taakverdeling, uitvoering taken, vergadertechniek, communicatieve aspecten.
4. *Houding/attitude*: het kunnen geven van gerichte feedback, het openstaan voor kritiek/stressbestendigheid.
5. *Presentatie*: mondelinge verdediging in de vorm van een betoog of groepsgesprek aan de hand van vragen.

Tussentijdse toetsing vindt plaats op product, proces en vaardigheden, waarbij de beoordeling wordt uitgevoerd door teamgenoten, de leerling zelf, de docent en de eventuele opdrachtgever.

Toetsing door wie	Toetsing van wat
<ul style="list-style-type: none"> • Docent toetst kennis en vaardigheden. • Medeleerling (teamgenoot) levert bijdrage aan de beoordeling met betrekking tot samenwerking: teamwork, afspraken nakomen, werken in de les, spullen in orde. • Opdrachtgever geeft een oordeel over de kwaliteit van een product. 	<ul style="list-style-type: none"> • Het proces (procesbeoordelingen en logboek). • De tussentijdse producten en het (eind)resultaat. • De eindpresentatie. • De overdraagbaarheid van de kennis en vaardigheden naar andere situaties.

Deze beoordeling resulteert in een groepscijfer dat gebaseerd is op een evenwichtige waardering voor het proces en het product. Indien de bijdrage van een leerling aan een groepsprestatie aantoonbaar afwijkt, kan deze leerling een afwijkende beoordeling krijgen. Deze afwijking kan zowel positief als negatief zijn ten opzichte van het groepscijfer.

3. Referenties

Akker, J. van den (2003). Curriculum perspectives: an introduction. In J. van den Akker, W. Kuiper, & U. Hameyer (Eds.), *Curriculum landscapes and trends* (pp. 1-10). Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.

SLO (2010). *Doorlopende leerlijn vaardigheden in de Mens en natuurvakken (PO- havo-vwo)*. Te downloaden van:
http://leerplaninbeeld.slo.nl/leerlijnen/mensnatuur/Vaardigheden_havo_vwo1.pdf

Os, J. van (2009). *Het effect van het gedrag van de leerkracht op het leren van (hoogbegaafde) leerlingen*. Academisch proefschrift. Nijmegen: Radboud Universiteit.

Berkel, H.J.M. van, & Bax, A.E. (2006). *Toetsen in het hoger onderwijs*. Houten: Bohn Stafleu Van Loghum (2de druk).

Paalman, Y. (2010). Scriptie: Een intelligent ontwerp, de ontwikkeling van het vak Life & Science voor hoogbegaafde leerlingen van het Bonhoeffer College. Enschede: Universiteit Twente - Educational Science & Technology.

Spek, W., & Rodenboog, M. (2011) *Natuurwetenschappelijke vaardigheden onderbouw havo-vwo Onderzoekende houding, een leerlijn*. Enschede: SLO. Te downloaden van:
<http://www.slo.nl/downloads/2011/natuurwetenschappelijke-vaardigheden-onderbouw-havo.pdf>

Thijs, A., & Akker, J. van den (2009). *Leerplan in ontwikkeling*. Enschede: SLO. Te downloaden van: [Leerplan in ontwikkeling - SLO, nationaal expertisecentrum leerplanontwikkeling](#)

4. Bijlagen

4.1 Artikel 12-18

Passend Onderwijs /// René Leverink

Meerbegaafden spelen met LEGO

Meerbegaafde leerlingen kunnen meer, in minder tijd. Life & Science biedt hen ook meer. In dit nieuwe vak houden meerbegaafde leerlingen van het Bonhoeffer College in Enschede zich bezig met robotica en alles wat daarbij komt kijken.

Life & Science wordt ontwikkeld door docenten van het Bonhoeffer College in samenwerking met medewerkers en Persoonlijk Assistent Leraren (PAL's) van de vakgroep Control Engineering van de Universiteit Twente. Het vak is bedoeld voor meerbegaafde leerlingen in het eerste jaar, die toe kunnen met wat minder tijd voor vakken als Engels, Nederlands en wiskunde. De zo vrijgekomen uren komen ten goede aan Life & Science en projecten. De lesstabel is voor deze groep dus aangepast: twee uren Life & Science per week in de drie onderbouwjaren. Samen met zijn SLO-collega's zorgt Wim Spek voor leerplankundige ondersteuning en het verspreiden van het nieuwe vak Life & Science onder meerdere scholen. Spek: 'Deze scholen proberen speciale lessen te maken voor meerbegaafde leerlingen. Het Bonhoeffer College bijvoorbeeld heeft ervoor gekozen de lessen structureel in te bedenken in het nieuwe onderbouwwak Life & Science. Onze taak is deze ontwikkeling te begeleiden en een leerplankader te maken waar de scholen hun eigen inhoudelijke invulling aan kunnen geven.'

FIRST® LEGO® League

De meerbegaafde leerlingen van de Plus-klas van het Bonhoeffer College in Enschede doen vanuit het vak Life & Science mee aan de FIRST® LEGO® League. Daarin onderzoeken zij de maatschappelijke rol van techniek en technologie. Een van de opdrachten is het ontwerpen, bouwen en programmeren van een robot. Met hun robot spelen de leerlingen wedstrijden op een opdrachtenparcours. Zie ook: www.firstlegoleague.nl

Plus-klas

Het Bonhoeffer College is een gecertificeerde begaafdheidsprofielsschool en werkt met een speciale brugklas van bijna dertig meerbegaafde leerlingen. Zij krijgen een ander programma dan andere leerlingen. Marcel van Adrichem is leraar geschiedenis en levensbeschouwing en

begeleider van de Plus-klas van het Bonhoeffer College: 'Voor de Plus-klas komen leerlingen in aanmerking die een hoge Cito-score hebben.' Maar dat is niet het enige: 'Ze krijgen een intelligentieonderzoek aan de Radboud Universiteit in Nijmegen en ze moeten daarnaast in een motivatiegesprek uitleggen waarom ze zo graag in de Plus-klas willen. Verder is het advies van de leraar van groep 8 van de basisschool natuurlijk erg belangrijk, en ook wat de ouders willen.' Omdat de leerlingen beter kunnen leren, gaan ze sneller door de stof en houden ze tijd over voor andere dingen. Vaak zijn dat vakoverstijgende activiteiten, die zich voor een groot deel ook buiten de school afspelen. Van Adrichem: 'We gaan naar ziekenhuizen, universiteiten, architectenbureaus, bedrijven en instellingen. We nodigen gastsprekers uit om lessen te verzorgen.'

Robotica

Volgens Van Adrichem waren er al allerlei leuke projecten voor de doelgroep van meerbegaafden, maar toch dat ontbrak er iets: Er moest iets technisch in, maar nadrukkelijk ook dat 'life' component. Kijken naar de maatschappelijke relevantie van allerlei technische ontwikkelingen. Wat gebeurt er als een robot op hol slaat, als hij aan het opereren is? Hoe zit het met de verantwoordelijkheid? Willen we ook alles wat mogelijk is? Wordt de robot meer mens of de mens meer robot? Kan dat allemaal? Dat soort vraagstukken wilden wij er graag bij in hebben. Vandaar dat we het vak Life & Science hebben ingevoerd, met als thema voor het eerste jaar robotica.' Het eerste leerjaar gaat om ontwerpen en samenwerken. De leerlingen leren te werken volgens een ontwerpcyclus en bouwen robots met behulp van programmeerbare LEGO-onderdelen. Tegelijkertijd worden de leerlingen ingewijd in de wetenschapsfilosofie: welke ethische dilemma's kunnen ontstaan in de samenleving als taken worden overgenomen door robots? In het tweede leerjaar staat het onderzoeken centraal.

24 - 1 2 - 1 8 December 2011



'Op termijn halen leerlingen in de vierde of vijfde klas misschien al hun vwo-diploma.'

Thema is dan biomedische technologie. Leerlingen werken volgens een onderzoekscyclus, stellen hypothesen op, doen experimenten, leren meten en trekken conclusies. Ze denken verder over de medische ethiek: het dilemma van de maakbare mens.

Het derde leerjaar is nog in ontwikkeling. Hier zullen waarden en oordelen centraal staan, met als thema duurzame energie of industrieel ontwerpen. Life & Science is dus voor de onderbouw. Hoe wordt de verbinding met de bovenbouw gelegd? Spek: 'We kijken bij het formuleren van doelen altijd naar de doelen van de bovenbouw. Het zou mooi zijn als een school in de bovenbouw een vwo-Plus-klas kan organiseren. Inhoudelijk kun je dan kijken naar een vak als Natuur, Leven en Technologie, dat voor een deel dezelfde thematiek heeft als Life & Science.'

Tijdmachine

In het onderwisteam van de onderbouw is een subteam gevormd van docenten die lesgeven aan de Plus-klas. Zij hebben scholing gehad in het lesgeven aan meerbegaafden, met name 'Compacten en verrijken: meer doen in minder tijd'. Van Adrichem: 'Het zit dus goed ingebed in de organisatie. Dat is een van de verplichtingen die het certificaat begaafdheidsprofiel met zich meebrengt. De lessen voor het vak Life & Science worden mede ontwikkeld en verzorgd door studenten van de Universiteit Twente. De andere Plus-activiteiten worden door de betreffende vakcollega's begeleid. Zo organiseer ik als leraar geschiedenis een geschiedenisproject voor de Plus-klas. Daarin gaan de leerlingen via een soort tijdmachine terug naar de prehistorie, waar ze de mens van toen met de kennis van nu allerlei dingen moeten leren. Een andere Plus-opdracht is dat de leerlingen in een bepaalde tijd een minimusicale moeten maken en opvoeren. Inclusief verhaal bedenken, liedjes schrijven en decor bouwen. Er is ook een kunstproject, waarbij de leerlingen in het Rijksmuseum Twenthe een presentatie geven over het leven van de schilder Monet. En in het kader van een project levensbeschouwing ver-

diepen de leerlingen zich in het leven van Sint-Franciscus en bezoeken ze een franciscaner woon- en leefgemeenschap hier in de buurt.'

Opgebloeid

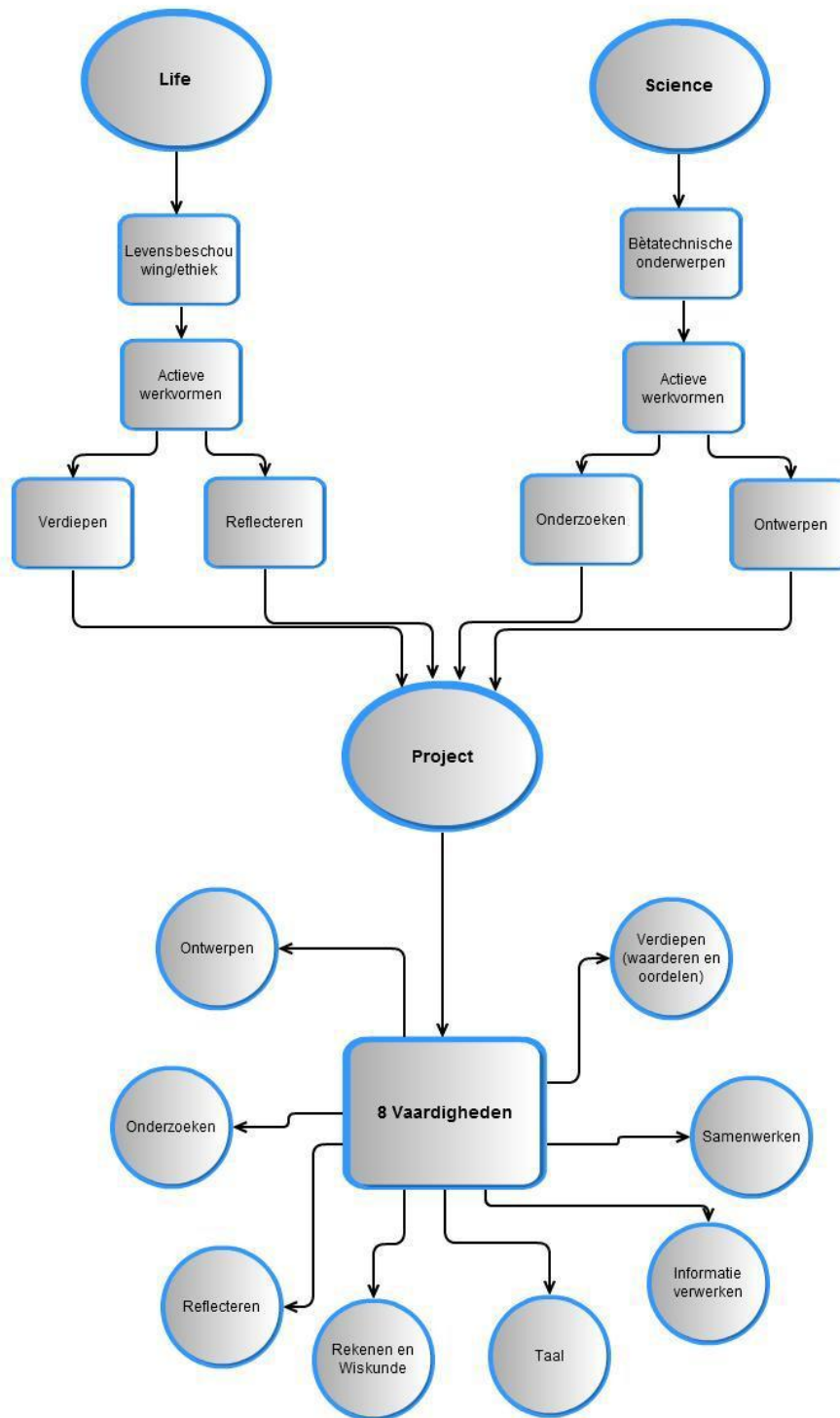
Op het Bonhoeffer College loopt het Plus-programma sinds 2003. Wat heeft het opgeleverd? Van Adrichem: 'Als mentor spreek ik regelmatig met de ouders. Ze zeggen vaak dat hun kind echt opgebloeid is. Meerbegaafdheid wordt niet als een probleem gezien, als een afwijking, maar als een mogelijkheid om meer en beter te presteren. Laatst zei een ouder: voor het eerst sinds acht jaar gaat mijn kind blij naar school. Hij loopt letterlijk en figuurlijk weer rechtop. Een ander succes is de mogelijkheid voor leerlingen om al in het vierde leerjaar modules te volgen en af te sluiten op de Universiteit Twente. Op termijn zou het kunnen dat leerlingen in de vierde of vijfde klas al hun vwo-diploma halen.'

Netwerkscholen

Wim Spek nodigt scholen die iets specifiek willen aanbieden voor meerbegaafde leerlingen van harte uit toe te treden tot het Life & Science-scholennetwerk: 'De basis is het leerplankader, dat wordt ontwikkeld door SLO en Universiteit Twente. In de loop van 2012 zal dit gereedkomen. Van daaruit kunnen scholen hun eigen programma ontwerpen, in de vorm van modules, projecten of, zoals het Bonhoeffer College, een nieuw vak op het lesrooster. Scholen die interesse hebben, kunnen beschikken over alles wat er nu ligt. Dat zijn de eerste versies van het leerplankader, maar ook al het lesmateriaal dat door de netwerkscholen ontwikkeld is. Verder zijn ze van harte welkom op de bijeenkomsten van de netwerkscholen, waar docenten hun ervaringen uitwisselen en materialen presenteren.' ■

Meer informatie: SLO, Wim Spek, w.spek@slo.nl

4.2 Schematisch overzicht Life & Science



4.3 Leerdoelen voor onderzoekend ontwerpen leerjaar 1 Life & Science

Fases	Leerdoelen
1. Oriëntatie op het probleem	Ik kan in eigen woorden weergeven wat het ontwerpprobleem en de opdracht is.
2. Vooronderzoek	
a. probleemstelling formuleren (1)	Ik kan bij een gegeven probleem opschrijven wat het doel is van het onderzoek, met ondersteuning van de begeleider. Ik kan bij de gegeven hoofdvraag een aantal deelvragen opstellen aan de hand van voorbeelden van de begeleider.
b. voorbereiden van het onderzoek (2)	Ik kan uit een aantal voorgestelde onderzoeksmethodes de onderzoeksmethode kiezen die past bij de onderzoeksvraag, met ondersteuning van de begeleider. Ik kan een deels ingevuld onderzoeksplan aanvullen
c. opzetten en uitvoeren van het onderzoek en het verzamelen van gegevens (3)	Ik kan met de gegeven materialen het onderzoek opzetten, met ondersteuning van de begeleider. Ik kan het onderzoek uitvoeren volgens onderzoeksplan, ondersteund door de begeleider.
d. Verwerken van de gegevens (4)	Ik kan de gegevens verwerken, op aanwijzingen van de begeleider.
e. Formuleren van conclusies (5)	Ik kan een conclusie formuleren passend bij de gegevens en de conclusie gebruiken om antwoord te geven op de onderzoeksvraag.
3. Programma van eisen opstellen	Ik kan uitleggen wat de belangrijkste functie van het ontwerp is. Ik kan minstens twee eisen noemen aan het ontwerp. Ik kan de eisen zo formuleren dat ze realistisch en toetsbaar zijn.
4. Deeluitwerkingen bedenken	Ik kan deelnemen aan een brainstorm om ideeën te bedenken. Ik kan deze ideeën testen.
5. Ontwerpvoorstel maken	Ik kan deeluitwerkingen (deelproblemen) combineren tot één ontwerpvoorstel. Ik kan een schets maken van het ontwerpvoorstel. Ik kan een werkplanning maken met ondersteuning van de begeleider. Ik kan een taakverdeling maken met ondersteuning van de begeleider.
6. Prototype construeren	Ik kan met de aangereikte materialen een prototype maken. Ik kan de gemaakte werkplanning uitvoeren. Ik kan de gemaakte taakverdeling aanhouden. Ik kan de taken integreren.

Fases	Leerdoelen
7. Testen en evalueren	Ik kan twee gestelde eisen testen met behulp van een door de docent vastgestelde test.
	Ik kan een testplan maken.
	Ik kan het testplan uitvoeren.
	Ik kan de resultaten verwerken met ondersteuning van de begeleider.
	Ik kan op basis van de resultaten een conclusie trekken met ondersteuning van de begeleider.
	Ik kan op basis van deze conclusie de vervolgstap kiezen met ondersteuning van de begeleider.
8. Presenteren van de oplossing	Ik kan puntsgewijs opschrijven hoe het ontwerpproces is verlopen.
	Ik kan demonstreren dat het ontwerp werkt.
	Ik kan een presentatie over het ontwerp voorbereiden en geven.
9. Reflecteren	Ik kan vooruitkijken.
	Ik kan reflecteren tijdens het uitvoeren van het project.
	Ik kan beoordelen door achteraf te reflecteren op het proces.
	Ik kan aangeven wat mijn sterke en zwakke punten zijn bij het samenwerken in de groep.
	Ik kan aangeven wat mijn sterke en zwakke punten zijn bij het ontwerpen.
10. Verdiepen	Ik kan een mening vormen over een gegeven stelling.
	Ik kan argumenten geven die mijn mening ondersteunen.
	Ik kan deelnemen aan een debat.
	Ik kan mijn argumenten in een debat naar voren laten komen.

4.4 Leerdoelen voor onderzoeken leerjaar 2 Life & Science

Fases	Leerdoelen
1. Oriënteren op de onderwerpen	Ik kan motiveren waarom ik een bepaald onderwerp wil onderzoeken.
2. Vooronderzoek	
a. Vraagstelling	Ik kan bij een gegeven probleem opschrijven wat het doel is van het vooronderzoek.
b. Voorbereiding van het onderzoek	Ik kan de deelonderwerpen opschrijven die ik bij het vooronderzoek wil betrekken.
c. Opzetten van het vooronderzoek en gegevens verzamelen	Ik kan de materialen verzamelen die nodig zijn bij het opzetten van het vooronderzoek en de gegevens verzamelen (literatuur en andere data) en in leesbare schema's zetten.
d. Verwerken van gegevens	Ik kan strategieën gebruiken bij het verwerken van informatie uit gesproken en geschreven teksten.
e. Formuleren conclusies	Ik kan één of meerdere conclusies formuleren passend bij de gegevens.
3. Probleemstelling formuleren	
a. Doelstelling	Ik kan bij een gegeven probleem opschrijven wat het doel is van het onderzoek.

Fases	Leerdoelen
b. Onderzoeksvraag	Ik kan bij een gegeven probleem (probleemschets of inleiding) een onderzoeksvraag en deelvragen formuleren die past bij het doel van het onderzoek, met ondersteuning van de begeleider.
c. Hypothese	Ik kan een hypothese opstellen bij een onderzoeksvraag en uitleggen, met ondersteuning van de begeleider..
4. Voorbereiding van het onderzoek	
a. Kiezen van de onderzoeksmethode	Ik kan uitleggen waarom ik kies voor deze onderzoeksmethode, met ondersteuning van de begeleider.
b. Planning	Ik kan onderzoeksplan en logboek maken, met ondersteuning van de begeleider.
c. Bronnen	Ik kan bronnen zoeken en vinden die passen bij het onderzoek, met ondersteuning van de begeleider. Ik kan in schriftelijke en digitale bronnen informatie zoeken, deze ordenen en beoordelen op waarde voor mijzelf en anderen.
5. Opzetten en uitvoeren van het onderzoek en het verzamelen van gegevens	Ik kan een experiment of onderzoek beschrijven zodat iedereen het na kan doen.
	Ik kan de materialen verzamelen die nodig zijn bij het opzetten van het onderzoek.
	Ik kan gegevens verzamelen (literatuur en andere data) en in leesbare schema's zetten.
	Ik kan een gesprek voorbereiden en voeren met een deskundige over een onderzoeksvraag of technische probleem en mogelijke oplossingen.
	Ik kan kennis verwerven en inzicht verkrijgen over de techniek en deze verbinden met situaties in het dagelijks leven.
6. Verwerken van gegevens	Ik kan strategieën gebruiken bij het verwerken van informatie uit gesproken en geschreven teksten.
	Ik kan gegevens verwerken in een tabel en dit omzetten tot een grafiek of andere weergavevorm.
	Ik kan met behulp van de verwerkte gegevens een antwoord geven op de onderzoeksvraag.
7. Formuleren en conclusies en onderzoeksresultaten vergelijken met de hypothese	Ik kan één of meerdere conclusies formuleren passend bij de gegevens.
	Ik kan de onderzoeksresultaten en conclusies vergelijken met de hypothese, met ondersteuning van de begeleider.
	Ik kan op basis van deze vergelijkingen komen tot het formuleren van nieuw onderzoek.
8. Verdiepen, waarderen en oordelen	Ik kan deelnemen aan een debat en de regels van communiceren gebruiken voor mezelf en anderen.
	Ik kan vanuit verschillende perspectieven argumenten en/of criteria geven om te komen tot een waardering voor de techniek.
	Ik kan beargumenteren wat de invloed is van de onderzochte techniek op de veiligheid van mijzelf en anderen in verschillende leefsituaties en hoe deze zo positief mogelijk beïnvloed kan worden.

Fases	Leerdoelen
	Ik kan argumenten formuleren voor mijn oordeel over de onderzochte techniek en mijn keuze aan anderen uitleggen.
9. Maken van het onderzoeksverslag en de presentatie	Ik kan een onderzoeksverslag schrijven over het onderzoek.
	Ik kan een verslag maken van een gesprek met een deskundige zodat dit als bron gebruikt kan worden.
	Ik kan de bronnen die ik gebruikt heb in dit onderzoek zo beschrijven dat anderen deze terug kunnen vinden.
	Ik kan een presentatie verzorgen over het uitgevoerde onderzoek, de onderzoeksfases daarin benoemen en antwoord geven op de onderzoeksvragen.
	Ik kan ingaan op vragen van het publiek tijdens of na de presentatie.
10. Evalueren en reflecteren	Ik kan met behulp van het logboek aangeven welke onderdelen van het onderzoek goed zijn verlopen en kan tips geven om het onderzoek te verbeteren of tips voor vervolgonderzoek.
	Ik kan aangeven dat de resultaten van het onderzoek, binnen gegeven marges, nauwkeurig en betrouwbaar zijn
	Ik begrijp het nut van onderzoek doen voor dit onderzoek en in het algemeen.
	Ik kan aangeven waarin ik ben verbeterd wat betreft onderzoeken en wat ik nog zou willen leren.