

Wetenschapsoriëntatie

Een onderzoek naar de mate waarin wetenschapsoriëntatie in het voortgezet onderwijs voorkomt en praktijkvoorbeelden van andere scholen

31 augustus 2016

Michah Holband

Begeleider: Dr. H. Pol

Tweede begeleider: Dr. F. Coenders

INHOUDSOPGAVE

DANKWOORD.....	2
1 SAMENVATTING.....	3
2 INLEIDING	4
2.1 Doel van het onderzoek.....	5
3 METHODE	7
4 RESULTATEN	10
4.1 Een literatuurstudie naar het begrip ‘wetenschapsoriëntatie’	10
4.1.1 Oorsprong en ideologie van wetenschapsoriëntatie.....	10
4.1.2 Wetenschapsoriëntatie en wetenschappelijke geletterdheid op school	11
4.1.2.1 Het profielwerkstuk	17
4.1.3 Uitgangspunt voor wetenschapsoriëntatie in dit verslag.....	18
4.2 Vigerende opvatting van leraren over wetenschapsoriëntatie	19
4.3 Praktijkvoorbeelden van wetenschapsoriëntatie in Nederland	22
4.3.1 Wetenschapsoriëntatie op twee scholen belicht	23
4.3.1.1 Het Augustinianum	23
4.3.1.2 Het Christelijk Lyceum Veenendaal	24
4.3.1.3 Vergelijking van de programma’s met de doelen van wetenschapsoriëntatie	25
4.3.2 De WON-Akademie.....	27
4.4 Wetenschapsoriëntatie binnen een natuurkunde les	29
4.4.1 Eigen interpretatie van de les.....	32
5 CONCLUSIES, DISCUSSIES EN AANBEVELINGEN.....	33
5.1 Conclusies.....	33
5.2 Discussie	35
5.3 Persoonlijke ontwikkeling ten gevolge van dit onderzoek	36
5.4 Aanbevelingen.....	37
5.4.1 Wetenschapsoriëntatie als apart vak in het curriculum.....	37
5.4.2 Wetenschapsoriëntatie geïntegreerd in andere vakken	39
6 BRONNEN	41
BIJLAGE 1: EXAMENPROGRAMMA NATUURKUNDE VWO VANAF 2016.....	43
BIJLAGE 2: ENQUÊTE VOOR BÈTA-LERAREN BINNEN HET VOORTGEZET ONDERWIJS.....	45
BIJLAGE 3: INTERVIEWLEIDRAAD	49

DANKWOORD

Dit onderzoek was niet mogelijk geweest zonder de participatie van vele leraren in het Nederlandse voortgezet onderwijs. Vanwege de opzet van dit onderzoek waren meerdere leraren nodig om hun visie en situatie met mij te delen. Dat hebben zij ook gedaan via vragenlijsten en interviews en dat heb ik bijzonder op prijs gesteld.

De dames Paulij en Gemmink, die interviews aan mij hebben afgestaan met betrekking tot de onderzoeksprogramma's die zij op hun respectieve scholen hebben ingevoerd, ben ik ontzettend dankbaar. De informatie die ik via hen heb gehad, zou ik anders niet te weten zijn gekomen.

Een woord van dank gaat uit naar de heer Pieters van het SLO, die mij bij ieder interview van adviezen heeft verschaft. Ik heb met grote tevredenheid gebruik gemaakt van zijn adviezen.

Ik ben bijzonder dankbaar voor de reacties die ik van de heer Paus ontving tijdens dit onderzoek. Hij heeft onvermoeibaar de door mij gestelde vragen beantwoord en heeft daarnaast steeds interesse getoond in de voortgang van dit onderzoeksproces.

Vanaf het moment waarop ik een onderzoeksonderwerp nodig had, heeft de heer Pol mij daarbij bijgestaan en heeft tijdens één van onze gesprekken het idee voor dit onderwerp geopperd. Ik kon me er toentertijd iets bij voorstellen, maar de term 'science for public understanding', zoals hij het noemde, was mij toen nog niet bekend. Ik mag erbij vermelden dat ik het een ontzettend interessant onderwerp vind en dat ik hem dankbaar ben voor dit voorstel. Ook de begeleiding die hij heeft geboden tijdens het proces was onvervangbaar. Ons geregeld overleg in de afgelopen maanden was altijd constructief, stimulerend en gericht op een zo wetenschappelijk mogelijke aanpak van het onderzoek.

Ook de heer Coenders ben ik zeer erkentelijk voor zijn begeleiding. De commentaren die hij telkenmale gaf, hebben geleid tot een beter gestructureerd verslag dan het anders geweest zou zijn. Daarbij heb ik steeds mogen ontdekken dat zijn kritische opmerkingen juist waren, waardoor ik de nodige veranderingen aan het verslag heb kunnen aanbrengen.

Ik ben verder de heer Gravenberch heel dankbaar, omdat hij mij heeft laten inzien dat het onderwijs uitgebreider, complexer en mooier is dan slechts les geven. Ik heb het genoeg mogen hebben om parels te mogen stelen uit zijn zee van wijsheid.

Tot slot resteert mij een speciale dank uit te brengen aan Rita Stolk, die mij als eerste heeft laten zien wat het betekent om een goede leraar te zijn en van wie ik zoveel heb geleerd over de interactie tussen leraar en leerling. Zonder haar als voorbeeld had ik misschien nooit de weg van leraar bewandeld. Ik ben haar daarvoor en ook voor haar financiële steun gedurende mijn studie voor altijd dankbaar.

M. Holband

1 SAMENVATTING

Bij wetenschapsoriëntatie gaat het erom dat er getracht wordt om mensen kennis te laten maken met het ontstaan van kennis en wetenschap en hen daarnaast ook een onderzoekgerichte en kritische attitude bij te brengen. In de wandelgangen van scholen en ook universiteiten wordt er veel beweerd over de stand van zaken met betrekking tot de status van wetenschapsoriëntatie binnen het voortgezet onderwijs, de houding van leraren hier tegenover en ook de wijze waarop de gemiddelde burger denkt over de (natuur)wetenschappen. Middels dit onderzoek is getracht om te helpen de status quo te kaderen, waarbij naar voren is gekomen dat het allemaal niet zo zwart-wit is als velen doen blijken. Zo zijn er wel degelijk scholen waar leraren een vrij interessant programma voor wetenschapsoriëntatie in elkaar hebben gezet, terwijl leraren op andere scholen zich er geen beeld bij kunnen vormen of, erger nog, er niets van af willen weten. Ook komt naar voren dat zelfs de term 'wetenschapsoriëntatie' niet hetzelfde beeld bij iedere leraar oproept. Sommigen richten zich op het onderzoekaspect van het vak, terwijl weer anderen het zien als een verlengde van maatschappijleer, waarbij vooral gekeken wordt naar de gedragingen en handelingen van de mens (i.d. wetenschappers). De werkelijkheid is echter complexer. Bij wetenschapsoriëntatie is het onderzoekaspect van belang, maar dan in combinatie met het denken en handelen van wetenschappers en hun relatie met de maatschappij om zodoende onder andere context te geven aan (de waarde of het belang van) het onderzoek. Er wordt met dit onderzoek ook nagegaan of wetenschapsoriëntatie nog een rol zou kunnen invullen in de huidige samenleving en daarbij wordt er gekeken naar de manieren waarop dit zou kunnen gebeuren. De bewering dat bèta-leerlingen geen behoefte zouden hebben aan een dergelijk reflecterend vak wordt weerlegd en er wordt gespeculeerd waarom bij sommige onderwerpen mensen wel een kritische houding aannemen en bij andere onderwerpen weer niet. Tot slot worden er aanbevelingen gedaan die als handvat kunnen dienen voor leraren en instanties bij het invoeren van wetenschapsoriëntatie.

2 INLEIDING

Menige school houdt zich bezig met het wetenschappelijke gehalte van het VWO (KNAW (2015)). Dit is bijvoorbeeld te merken aan de conferenties die de KNAW¹ om het jaar organiseren, waarbij wordt nagegaan hoe leerlingen in het VWO beter voor te bereiden op een studie aan de universiteit. Aangezien de aansluiting op het wetenschappelijk onderwijs nog steeds voor verbetering vatbaar is, slaan diverse VWO-scholen en universiteiten daar de handen voor ineen. Er vindt vooral overleg plaats omtrent de vakinhoudelijke kennis en eventueel vaardigheden die de leerlingen aan het eind van hun middelbaar traject moeten bevatten. Maar vakinhoudelijke kennis gekoppeld met enige vaardigheden, maken nog geen voorbereide student. Om bewust en kritisch te handelen met betrekking tot zowel het vervolgonderwijs als ook in de dagelijkse praktijk, zijn gezonde attitudes richting het vak nodig.

Aangezien de periode van adolescentie cruciaal is wanneer het gaat om het vormen van attitudes rondom onderwerpen en dat reeds gevormde attitudes hardnekkig zijn en doorgaans resistent tegen verandering, vloeit hier een belangrijk zorgpunt uit. Hoewel het aantal studenten dat kiest voor bèta-techniek in het wetenschappelijk onderwijs in de afgelopen periode enigszins is toegenomen (*Techniekpact 2016* (2016)) (Figuur 1), is de drang tot verbetering nog altijd aanwezig (*Platform Onderwijs2032* (2016)). Enerzijds is het de bedoeling om leerlingen op te leiden tot studenten die een goede aansluiting kunnen vinden en daarnaast is er behoefte aan een bevolking die zich bewust is van het belang van kennis en wetenschap en de manier waarop die zich ontwikkelen. Het zorgpunt is dat een grote groep jongeren vervreemd is van de natuurwetenschappen, terwijl die de basis vormen van de contemporaine samenleving en alle delen van het culturele landschap doordringen. Vele van de politieke, morele en ethische kwesties van het dagelijkse leven, van de opwarming van de aarde tot het gebruik van vaccins, hebben een natuurwetenschappelijke aard. Zonder enig begrip van de onderliggende wetenschap en de aard van wetenschappelijke kennis bij de bevolking, is er reden tot een groeiende bezorgdheid over het vermogen van vele jonge mensen om aan een zinnig debat te participeren en doordachte keuzen te maken over de wijze waarop er met uitdagingen wordt omgesprongen. Wetenschapsoriëntatie als onderdeel van het curriculum binnen het voortgezet onderwijs zou moeten trachten om vooral het bovengenoemde zorgpunt weg te werken en in dat proces hopelijk interesse voor een wetenschappelijke carrière bij leerlingen te kweken. Wetenschapsoriëntatie is een verzamelnaam voor een aantal vaardigheden die bedoeld zijn om leerlingen beter voor te bereiden voor het wetenschappelijk onderwijs en als geïnformeerd burger. Dit vak biedt in het ideale geval onderwijs over de grote thema's binnen de natuurwetenschappen, een serie aan ideeën over wetenschap, risico's en de ethische en morele dilemma's die door wetenschappelijke vooruitgang worden gecreëerd. Hiernaast wordt een belangrijk deel van de beschikbare tijd ingedeeld om aandacht te schenken aan het leren doen van onderzoek. Met het invoeren van de Tweede Fase eind jaren negentig, is getracht om dit gedachtegoed structureel te verankeren in het curriculum van het voortgezet onderwijs. Hierbij nam het vak Algemene Natuurwetenschappen (ANW) vooral de reflectieve kant van de natuurwetenschappen op zich, terwijl het profielwerkstuk zich richtte op het doen van onderzoek. Het was de bedoeling dat het vak ANW samen met het profielwerkstuk de functie van wetenschapsoriëntatie zouden invullen. Hoewel het profielwerk nog voortleeft, heeft ANW haar status als verplicht vak verloren. Dit heeft vele scholen niet koud gelaten, waardoor er op diverse manieren ontwikkelingen zich hebben voorgedaan om het wegvallen van ANW op te vullen. Hier gaat dit verslag over.

¹ KNAW staat voor Koninklijke Nederlandse Akademie van Wetenschappen.

AANDEEL BËTATECHNIEK BINNEN TOTALE INSTROOM HOGER ONDERWIJS			AANDEEL BËTATECHNIEK STUDENTEN BINNEN GEDIPLOMEERDEN HOGER ONDERWIJS				
	05/06	14/15	15/16		04/05	13/14	14/15
hbo	19%	→ 23%	→ 24%	hbo ad/ba	19%	→ 18%	→ 18%
wo	26%	→ 34%	→ 36%	wo ba		27%	→ 29%
				wo ma/ongedeeld	23%	→ 23%	→ 24%

Figuur 1: Het aandeel bèta-technische studenten in het hoger onderwijs tegenover het aandeel bèta-technische studenten dat in dezelfde periode een diploma ontving.

2.1 Doel van het onderzoek

Gegeven de stand van zaken binnen het vak ANW, is het van enige interesse om na te gaan of de ideologieën van dit vak nog een plaats kunnen hebben in het voortgezet onderwijs voor leerlingen in de leeftijdsgroep van 14 tot en met 18 jaar. Het geboden alternatief komt in de vorm van wetenschapsoriëntatie. De toepassing van wetenschapsoriëntatie, in welke vorm dan ook, zou moeten leiden tot een meer holistische en minder versnipperde aanbidding van kennis over en van de wetenschappen. Hierdoor kunnen leerlingen een beter begrip ontwikkelen omtrent de processen en beoefening van de wetenschap, opdat zij onder andere de morele en ethische implicaties van de toepassingen van wetenschap en technologie aan de tand kunnen voelen. Om na te gaan wat bedoeld wordt met wetenschapsoriëntatie, wat de visie van leraren aangaande de doelstellingen van dit vak is en welke manieren er zijn om (elementen van) dit vak in de klas aanbod te doen komen, wordt dit onderzoek gedaan. In het bijzonder wordt gestreefd om de volgende vraag te beantwoorden:

Wat is wetenschapsoriëntatie en hoe gaan scholen in Nederland op dit moment hiermee om?

Om deze vraag beter uit de verf te doen komen zijn de volgende vragen daarbij gesteld:

1. Wat wordt verstaan onder wetenschapsoriëntatie?
2. Hoe is wetenschapsoriëntatie in Nederland op school geïmplementeerd?
3. Wat zijn goede praktijkvoorbeelden van wetenschapsoriëntatie in Nederland?
4. Hoe kan een functionerende les wetenschapsoriëntatie bij het vak natuurkunde eruit zien?

Het principiële doel van dit onderzoek is om lezers bekend te maken met wetenschapsoriëntatie en aan de hand van voorbeelden laten zien hoe leraren in Nederland hiernaar kijken en op welke manieren scholen dit vak hebben geïmplementeerd. Ook is het de bedoeling dat vooral leraren inspiratie kunnen halen uit de voorgeschotelde voorbeelden en dat die kunnen dienen als houvast voor hen die zouden willen trachten ook zelf dit vak te verzorgen.

In dit verslag komen achtereenvolgens de volgende onderdelen aan de orde:

1. Methode (hoofdstuk 3);
waarbij er achtereenvolgens wordt ingegaan op de verschillende manieren waarop de resultaten voor dit verslag zijn vergaard.
2. Wat wordt verstaan onder wetenschapsoriëntatie? (hoofdstuk 4.1);
waarbij vanuit de literatuur wordt gekeken naar de historie en betekenis van dit woord. Vervolgens wordt er kort ingegaan op de betekenis die wetenschapsoriëntatie heeft (gehad) op het Nederlandse onderwijs.
3. Hoe is wetenschapsoriëntatie in Nederland op school geïmplementeerd? (hoofdstuk 4.2);
waarbij via enquêteresultaten wordt geprobeerd te achterhalen in hoeverre scholen wetenschapsoriëntatie hebben geïmplementeerd binnen hun leerstofaanbidding en in welke mate leraren elementen van de reflectieve zijde van de wetenschap toepassen binnen hun les.

4. Wat zijn goede praktijkvoorbeelden van wetenschapsoriëntatie in Nederland?
(hoofdstuk 4.3);
waarbij aan de hand van interviews en aanvullende documentatie een beeld wordt geschetst van de wijze waarop sommige scholen hun leerlingen voorbereiden op een toekomst in de wetenschappen door hun versie van wetenschapsoriëntatie toe te passen. Daarnaast wordt er aan de hand van een semigestructureerd interview nagegaan op welke manieren WON-scholen wetenschapsoriëntatie aanbieden.
5. Hoe kan een functionerende les wetenschapsoriëntatie bij het vak natuurkunde eruit zien?
(hoofdstuk 4.4);
waarbij met behulp van de beschrijving van een zelfverzorgde les – met elementen van wetenschapsoriëntatie – getracht wordt om een voorbeeld vast te leggen die zou kunnen dienen als steun voor hen die iets dergelijks in de klas zouden willen uitproberen.
6. Conclusies (hoofdstuk 5.1);
waarbij de belangrijkste punten van dit onderzoek nogmaals de revue passeren.
7. Discussie (hoofdstuk 5.2);
waarbij er wordt gekeken naar de onvolkomenheden van dit onderzoek en er voorstellen worden gedaan voor vervolgonderzoeken.
8. Aanbevelingen (hoofdstuk 5.3);
waarbij puntsgewijs wordt aangegeven welke stappen ondernomen kunnen worden indien ervoor gekozen wordt om wetenschapsoriëntatie op de één of andere manier deel uit te laten maken van het curriculum van het voortgezet onderwijs.

3 METHODE

Om de eerder genoemde deelvragen te beantwoorden, zijn meerdere instrumenten toegepast. De diverse instrumenten en bijbehorende correspondenten komen in dit hoofdstuk aan de orde.

Onderzoeksvraag 1: Wat wordt verstaan onder wetenschapsoriëntatie?

Om deelvraag 1 te beantwoorden, is een literatuurstudie uitgevoerd, waarbij is gekeken wat er internationaal wordt verstaan onder wetenschapsoriëntatie en de manieren waarop dat in het onderwijs terugkomt. Dit wordt beschreven in hoofdstuk 4.1. De bronnen zijn voornamelijk gepubliceerde wetenschappelijke artikelen en boeken, als ook officiële documenten van het Ministerie van OCW. Deze documenten zijn van het internet gehaald, waarbij nadrukkelijk gezocht is naar termen zoals 'origins of science for public understanding', 'evolving views of science in school curricula', 'science education for citizenship', 'teachers views on science', 'influence of teachers in science education', 'introductie van de tweede fase', 'wetenschapsoriëntatie in het onderwijs'.

Onderzoeksvraag 2: Hoe is wetenschapsoriëntatie in Nederland op school geïmplementeerd?

Om deelvraag 2 te beantwoorden, is een anonieme enquête (Bijlage 2) gestuurd naar 225 unieke emailadressen, waarvan sommige naar VWO-scholen en anderen naar leraren die les geven in één van de natuurwetenschappen in de bovenbouw van het voortgezet onderwijs. Deze emailadressen zijn allen van de websites van de scholen gehaald. De groep leraren is specifiek gekozen, omdat daarmee de grootste kans bestond dat er leraren bereikt zouden worden die direct of indirect geconfronteerd zijn geweest met het vak ANW. ANW is voor dit onderzoek van belang, vanwege de overeenkomsten die er bestaan tussen dit vak en wetenschapsoriëntatie. Leraren die bekend zijn met hetgeen er getracht is te bereiken met ANW, zouden idealiter een uitgesproken mening hebben over wetenschapsoriëntatie en de doelen die dit vak probeert te realiseren. Van de 225 verstuurde enquêtes, zijn 25 beantwoord teruggezonden door leraren die les geven in een natuurwetenschappelijk vak binnen het voortgezet onderwijs.

Van deze groep geven 8 leraren NLT², 1 leraar verzorgt wetenschapsoriëntatie en 1 leraar Natuurwetenschappelijk onderzoek in de eerste klas van het VWO. 20% van de ondervraagden had eens les gegeven in het vak ANW. 58,3 % van de leraren had meer dan 12 jaren ervaring, terwijl slechts één leraar minder dan 3 jaren ervaring had. De enquêtes zijn in Google Forms opgesteld en ook van daaruit gedistribueerd. De resultaten van de enquêtes zijn anoniem binnengekomen en door Google Forms in staaf- en cirkeldiagrammen verwerkt. Deze diagrammen zijn, waar toepasselijk, uit Google Forms geknipt en in dit verslag geplaatst. Hierna zijn de resultaten in dit verslag aangevuld met interviews (Bijlage 3) die zijn gehouden onder leraren die les geven in de alfa-, bèta- en gammawetenschappen. Hieronder waren er 2 alfa-leraren (Nederlands en geschiedenis), 5 bèta-leraren (2 natuurkunde, 2 biologie en 1 scheikunde) en 1 gamma-leraar (maatschappijleer). Deze waren elk ervaren leraren. Om een completer beeld van de vigerende situatie met betrekking tot wetenschapsoriëntatie in het onderwijsveld te krijgen, werden ook interviews met medewerkers van het SLO³ (1 medewerker) en WON-Akademie⁴ (1 medewerker) afgenomen en – samen met de enquêteresultaten en interviews met de leraren – verwerkt in hoofdstuk 4.2. Een deel van de resultaten uit de interviews is uitgeschreven, terwijl een ander deel letterlijk is overgenomen. Dat deel dat letterlijk is overgenomen, staat schuin gedrukt in de tekst.

² Natuur, Leven en Technologie (nlt) is een vak dat sinds 2007 als keuzevak dient voor leerlingen in de bovenbouw havo en vwo met een natuurprofiel.

³ SLO is het nationaal expertisecentrum voor leerplanontwikkeling.

⁴ De WON-Akademie is een organisatie van scholen die als doel heeft samen te werken om wetenschapsoriëntatie als vak binnen het voortgezet onderwijs een plek te geven.

Onderzoeksvraag 3: Wat zijn goede praktijkvoorbeelden van wetenschapsoriëntatie in Nederland?

Om deelvraag 3 te beantwoorden, zijn semigestructureerd interviews afgenomen met leraren die een programma ‘wetenschapsoriëntatie’⁵ zijn gestart op hun respectieve scholen. Tijdens deze interviews is er vooral nagegaan welke stappen er zijn genomen om het programma in het leven te roepen, welke doelstellingen het programma op na houdt en wat de opzet van het programma is. De programma’s die zijn beschreven, zijn afkomstig van twee verschillende scholen, te weten, het Augustinianum en het Christelijk Lyceum Veenendaal. De twee mensen die hier zijn geïnterviewd, zijn tevens leraar op de genoemde scholen en hebben aandeel in de aangehaalde programma’s. De correspondent van het Augustinianum heeft zelf contact gemaakt nadat de school de enquête uit bijlage 2 had ontvangen, terwijl de correspondent van het Christelijk Lyceum Veenendaal de enige is geweest van een groep scholen die waren beschreven in het SLO-document ‘Voorbereidend wetenschappelijk’ (Pieters et al. (2014)) die heeft gereageerd. In dat document worden enkele scholen belicht die hebben aangegeven ANW (of iets soortgelijks) voort te zetten na 2015 wanneer het niet langer verplicht is. Beide correspondenten zijn zeer ervaren leraren die les geven in een bètavak.

Verder is er nog een semigestructureerd interview afgenomen van een medewerker van de WON-Academie, waarbij er is ingegaan op hetgeen er op school kan gebeuren met betrekking tot wetenschapsoriëntatie. Deze persoon was eerder geïnterviewd om informatie te verkrijgen van de stand van zaken in het onderwijsveld met betrekking tot wetenschapsoriëntatie. Bij het interview met de WON-Academie wordt er niet ingegaan op hetgeen er op een enkele school gebeurt, maar er wordt eerder gekeken naar hetgeen er op een WON-school plaats zou kunnen vinden.

Deze interviews zijn opgenomen in hoofdstuk 4.3. Een deel van de resultaten uit de interviews is uitgeschreven, terwijl een ander deel letterlijk is overgenomen. Dat deel dat letterlijk is overgenomen, staat schuin gedrukt in de tekst.

Onderzoeksvraag 4: Hoe kan een functionerende les wetenschapsoriëntatie bij het vak natuurkunde eruit zien?

Om deelvraag 4 te beantwoorden is een les bedacht en verzorgd binnen een natuurkunde les in een vijfde klas van het VWO. Tijdens deze les is getracht om elementen van wetenschapsoriëntatie door te laten schemeren binnen reguliere fysische onderwerpen. Voor de analyse van de les is er gebruik gemaakt van video materiaal en commentaren van twee begeleiders. Om die commentaren te toetsen, is een tweede versie van de les verzorgd aan een parallel klas, waarbij de verbeterpunten zijn meegenomen. De beschrijving van de les is gedaan in hoofdstuk 4.4 en is zodanig dat het als houvast zou kunnen dienen voor anderen die iets dergelijks zouden willen uitproberen.

⁵ Wetenschapsoriëntatie is hier tussen aanhalingstekens geplaatst, omdat, zoals in hoofdstuk 4.3 zal blijken, er een verschil van interpretatie onder diverse actoren bestaat over de betekenis van hiervan.

In onderstaande tabel is nog eens opgesomd welke onderzoeksmethode is gehanteerd om elk van de deelvragen te beantwoorden.

		Methode				
		L	E	I	S	A
Deelvraag	1. Wat wordt verstaan onder wetenschapsoriëntatie?					
	2. Hoe is wetenschapsoriëntatie in Nederland op school geïmplementeerd?					
	3. Wat zijn goede praktijkvoorbeelden van wetenschapsoriëntatie in Nederland?					
	4. Hoe kan een functionerende les wetenschapsoriëntatie bij het vak natuurkunde eruit zien?					

L staat voor literatuurstudie

E staat voor enquête

I staat voor interview

S staat voor semigestructureerd interview

A staat voor analyse eigen les

4 RESULTATEN

In hoofdstuk 4 komen de resultaten van dit onderzoek aan de orde. Dit hoofdstuk is opgedeeld in vier kleinere onderdelen waar de resultaten per onderzoeksvraag te vinden zijn.

4.1 Een literatuurstudie naar het begrip ‘wetenschapsoriëntatie’

In deze paragraaf gaat het erom antwoord te krijgen op de eerste onderzoeksvraag:
Wat wordt verstaan onder wetenschapsoriëntatie?

Om hierop antwoord te geven, is er uitsluitend gewerkt met schriftelijke bronnen die een onderdeel vormen van een wetenschappelijke studie of uitgegeven zijn door het Ministerie van OCW of andere erkende instituten. Deze paragraaf is onderverdeeld in drie sub-paragrafen die respectievelijk ingaan op ‘de oorsprong en ideologie van wetenschapsoriëntatie’, ‘wetenschapsoriëntatie en wetenschappelijke geletterdheid op school’ en ‘Uitgangspunt voor wetenschapsoriëntatie in dit verslag’.

4.1.1 Oorsprong en ideologie van wetenschapsoriëntatie

Het leren over de aard van wetenschap werd al vanaf het begin van de twintigste eeuw bepleit als doel voor bèta-leerlingen (*School science and mathematics* (1907)). In de jaren dertig van de vorige eeuw kwam het idee reeds op in de Verenigde Staten van Amerika dat jonge mensen zouden moeten worden opgeleid met een ‘wetenschappelijke attitude’ om de problemen van alledag op een logische en rationele manier aan te pakken (*Gregory et al.* (2000)). Het was echter pas in de jaren zeventig toen wetenschap een negatieve connotatie kreeg bij het ‘gewone’ volk vanwege vervuiling en nucleaire wapens, dat wetenschappers naar manieren zochten om het publiek in te lichten over het belang van hun werk en hoe het relateert aan de verbetering van de maatschappij. Dit idee werd toegepast onder de noemer van ‘Science for public understanding’ ofwel wetenschappelijk denken voor de niet-wetenschappelijk onderlegde burger. Vanuit de overheid zijn er sindsdien miljarden gestopt in het ‘bijscholen’ van het publiek via de media, maar de gewenste resultaten leken weg te blijven. Vanaf de jaren negentig wordt wereldwijd getracht om de gemeenschap te informeren over de wetenschappen middels educatieve programma’s op school en met name in het voortgezet onderwijs (*Lederman et al.* (1987)). Hoewel er relatief weinig onderzoek is gedaan naar het effect van een dergelijk curriculum, lijkt het moeilijk om tegenstanders te vinden van een onderwijsprogramma waarin wetenschap begrijpelijk wordt gemaakt voor de leek. Over het algemeen wordt het leren over de aard van wetenschap gezien als een belangrijke component van wetenschappelijke geletterdheid (*Lederman* (1986)). In het boek ‘Young people’s images of science’ (*Driver et al.* (1996)) geven de schrijvers 5 redenen waarom iedere burger kennis moet hebben over de wetenschappen:

1. Kennis hebben over de wetenschappen is nodig om wetenschappelijke ontdekkingen te begrijpen en gebruik te kunnen maken van technologische objecten en processen in het dagelijkse leven.
2. Kennis hebben over de wetenschappen stelt burgers in staat om geïnformeerde keuzes te maken omtrent socio-wetenschappelijke onderwerpen.
3. Kennis hebben over de wetenschappen is nodig om waardering te hebben voor de rol die wetenschap speelt in de contemporaine cultuur.
4. Kennis hebben over de wetenschappen helpt een begrip te ontwikkelen over de normen van de wetenschappelijke gemeenschap, die van nut zijn voor het groter publiek.
5. Kennis hebben over de wetenschappen draagt bij tot het leren van wetenschappelijke materie.

Hiermee geven de schrijvers aan welk belang er gehecht wordt aan het ‘scholen’ van iedere burger in de procedures die gepaard gaan met wetenschap. Dit ‘scholen’ vindt op verschillende manieren plaats zoals de grote scala aan populaire wetenschappelijke artikelen in tijdschriften, op de televisie en in toenemende mate op het internet. Vanuit beleidsoverwegingen vindt een dergelijke scholing

van burgers idealiter reeds plaats in de schoolbanken. Dit is terug te zien in domein A van het examenprogramma van de natuurwetenschappen, waarbij verschillende vaardigheden die nodig zijn voor geïnformeerd burgerschap aanbod komen (Bijlage 1).

4.1.2 Wetenschapsoriëntatie en wetenschappelijke geletterdheid op school

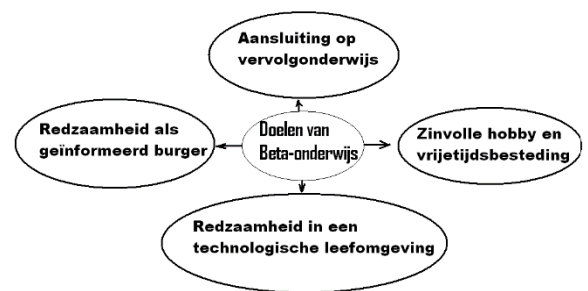
In de afgelopen decennia hebben vele discussies plaatsgevonden over de aard en inhoud van het onderwijs in de natuurwetenschappen in het voortgezet onderwijs (KNAW (2015), *Platform Onderwijs2032* (2016), *Weert* (2015), *Geurts et al.* (2003), *Blok et al.* (2007)). Deze hebben geresulteerd in voorstellen tot wijziging van o.m.:

- de algemene doelstellingen van bèta-onderwijs, en aansluitend daarop van
- de inrichting van leeromgevingen, o.a. wat betreft didactische werkvormen en de inzet van moderne media

Aanbevolen wordt – o.a. door Peter Fensham (Fensham (2008)) – om aan het overbekende onderwijsdoel:

‘Aansluiting op vervolgonderwijs’, drie andere doelen toe te voegen (zie Figuur 2) om het onderwijs ook relevanter te maken voor degenen die geen professionele carrière in het domein van bèta en techniek ambiëren, maar wel steun hebben aan bèta-gerelateerde kennis en vaardigheden die van nut kunnen zijn bij het adequaat acteren als geïnformeerd burger in een moderne samenleving. Aan deze doelstellingen kan tegemoet worden gekomen door leerlingen met natuurwetenschappelijke kennis en vaardigheden te leren omgaan

in situaties die ontleend zijn aan deze aandachtsgebieden. Hierin kan wetenschapsoriëntatie een rol spelen.



Figuur 2: Doelen van Bèta-onderwijs

Wetenschapsoriëntatie neemt op een radicale manier afstand van de wijze waarop er binnen het voortgezet onderwijs over het algemeen gedacht wordt over onderwijs. Het karakter van het wetenschappelijke curriculum in het secundair onderwijs is reeds vanaf haar initiatie voornamelijk een voorbereiding op een studie in één van de traditionele wetenschappelijke carrières, zoals medische wetenschappen, technologische wetenschappen of onderzoek. Dit type voorbereiding richt zich voornamelijk niet op het leren omgaan met wetenschappelijke ontdekkingen of de implicaties daarvan (Millar et al. (1998)). Individuen nemen hun leven lang informatie tot zich die stamt uit wetenschappelijk onderzoek en die tot hen komt via verschillende bronnen zoals onder andere diverse vormen van media (zoals tijdschriften, documentaires, internet) en via mensen met invloed (voorgangers, artsen, politici, beroemdheden) (Ryder (2002)). Het leren omgaan met deze informatie kan van persoonlijk (zoals het al dan niet vaccineren van een kind), maatschappelijk (zoals de invloed van de mens op het opwarmen van de aarde) of cultureel (zoals bijna-dood ervaringen) belang zijn. Het aannemen van de bredere invloed die onderwijs kan hebben op goed burgerschap heeft geleid tot een oproep voor een eigentijdse curriculum in het voortgezet onderwijs dat leerlingen hierop beter voorbereidt. Er is nog ruimte voor groei in de bijdrage die de natuurwetenschappelijke vakken hierbij kunnen leveren (Boerwinkel et al. (2010)).

In grote lijnen kunnen de doelstellingen van wetenschapsoriëntatie als volgt vastgelegd worden (Millar (2006)):

Leerlingen moeten:

- 1 Data en diens limitatie
 - zich bewust zijn dat alle observaties en metingen onzekerheden bevatten en het gemiddelde en bereik kunnen uitrekenen in een data serie met als doel de betrouwbaarheid van de resultaten te beoordelen.
- 2 Correlatie en gevolg
 - in staat zijn om over fenomenen te denken in termen van factoren (of variabelen) en een resultaat (of de waarschijnlijkheid van een resultaat)
 - weten hoe na te gaan of een bewering dat een factor een resultaat beïnvloedt, klopt
 - zich ervan bewust zijn dat een correlatie niet per se duidt op een causaal verband
- 3 Verklaringen ontwikkelen
 - in staat zijn om data en een verklaring uit elkaar te houden
 - zich bewust zijn van de rol die creativiteit heeft in het bedenken van verklaringen
 - weten hoe verklaringen worden uitgetest door voorspellingen te vergelijken met data
 - in staat zijn om na te gaan wat de implicaties van specifieke data op een gegeven verklaring zijn
- 4 De wetenschappelijke gemeenschap
 - zich bewust zijn van het belang van 'peer review' en de reproduceerbaarheid van gegevens
 - in staat zijn om aan te geven waarom mensen redelijkerwijs andere verklaringen kunnen geven en verdedigen voor dezelfde data en hoe externe (niet-wetenschappelijke) invloeden de meningen en interpretaties van mensen kunnen beïnvloeden
- 5 Risico
 - zich realiseren dat alle activiteiten en processen enige hoeveelheid risico bevatten
 - weten hoe nagegaan kan worden wat de risico's zijn en hoe die kunnen worden vergeleken
 - zich ervan bewust zijn dat gemeten en bevonden risico's kunnen verschillen
 - zich bewust zijn van de noodzaak om grootte en waarschijnlijkheid van een risico in acht te nemen bij het nemen van beslissingen
- 6 Het maken van besluiten omtrent wetenschap en technologie
 - zich bewust zijn van de voordelen van op wetenschap-gebaseerde technologie en ook de mogelijkheid op ongewenste consequenties
 - kennis hebben van enkele manieren waarop wetenschappelijke activiteiten worden gereguleerd
 - in staat zijn om de kosten en voordelen van een activiteit te identificeren, de mogelijkheid (kan het gedaan worden?) scheiden van de waarde (moet het gedaan worden?) en wetenschaps-gerelateerde activiteiten met een ethische dimensie rationeel te bediscussiëren

Deze doelstellingen komen nauw overeen met die gesteld in domein A van het examenprogramma van het VWO en de domeinen A1 en A2 van het examenprogramma van het HAVO. Hiermee wordt er getoond dat er een duidelijk streven is vanuit de beleidsmakers om de Nederlandse burgers op te leiden tot bewuste consumenten van de wetenschap door wetenschappelijke geletterdheid tot een kernonderdeel van hun opleiding binnen het voortgezet onderwijs te maken. Net zoals wetenschapsoriëntatie enigszins anders gedefinieerd wordt door diverse mensen en instanties, net zo heeft wetenschappelijke geletterdheid geen eenduidige definitie.

The science-literate person is one who is aware that science, mathematics and technology are interdependent human enterprises with strengths and limitations; understands key concepts and principles of science; is familiar with the natural world and recognizes both its diversity and unity; and uses scientific knowledge and scientific ways of thinking for individual and social purposes. (Rutherford et.al. (1991))

Hierover zeggen de Jong et al. (de Jong et al. (2001)): *Science literacy, or as many people say, scientific literacy, is thus considered vital to participation in a modern society. However that is about the end of the agreement as scientific literacy (SL) is a fuzzy concept that masks many different meanings. For instance, the term SL has been used to refer to content knowledge, communicative competency, science theory, and cultural and ethical perspectives. Its fuzziness doesn't keep people from disagreement with the idea.*

Millar (Millar (2006)) noemt de volgende eigenschappen om het begrip wetenschappelijke geletterdheid te karakteriseren:

- *An appreciation of the nature, aims and limitations of science; a grasp of "the scientific approach-rational argument, the ability to generalise, systematise and extrapolate; the roles of theory and observation;*
- *An appreciation of the nature, aims, and limitations of technology, and of how these differ from those of science;*
- *A knowledge of the way in which science and technology actually work, including the funding of research, the conventions of scientific practice, and the relationships between research and development;*
- *An appreciation of the interrelationships between science, technology, and society, including the role of scientists and technicians as experts in society and the structure of relevant decision-making processes;*
- *A general grounding in the language and some of the key constructs of science;*
- *A basic grasp of how to interpret numerical data, especially relating to probability and statistics;*
- *The ability to assimilate and use technical information and the products*

Volgens het PISA project⁶ wordt wetenschappelijke geletterdheid als volgt gedefinieerd:

PISA 2006 defines scientific literacy in terms of an individual's:

- *Scientific knowledge and use of that knowledge to identify questions, to acquire new knowledge, to explain scientific phenomena, and to draw evidence-based conclusions about science-related issues. For example, when individuals read about a health-related issue, can they separate scientific from non-scientific aspects of the text, and can they apply knowledge and justify personal decisions?*
- *Understanding of the characteristic features of science as a form of human knowledge and enquiry. For example, do individuals know the difference between evidence-based explanations and personal opinions?*

⁶ PISA staat voor het 'Programme for International Student Assessment' van de OECD.

- *Awareness of how science and technology shape our material, intellectual and cultural environments. For example, can individuals recognise and explain the role of technologies as they influence a nation's economy, social organisation, and culture? Are individuals aware of environmental changes and the effects of those changes on economic and social stability?*
- *Willingness to engage with science-related issues, and with the ideas of science, as a reflective citizen. This addresses the value students place on science, both in terms of topics and in terms of the scientific approach to understanding the world and solving problems. Memorising and reproducing information does not necessarily mean students will select scientific careers or engage in science related issues.*

Opmerkelijk uit bovenstaande definitie is dat wordt beweerd dat alle natuurwetenschappelijk onderricht kan bijdragen tot wetenschappelijke geletterdheid, indien de gebruikte contexten herkenbaar zijn. In het meest ideale geval wordt het probleem door de leerling vanuit zijn leefwereld gesteld of op zijn minst heeft het probleem daarin een plaats. Wetenschappelijke geletterdheid komt tot uiting doordat de leerling opgedane wetenschappelijke kennis bijeen raapt, onderzoek verricht, gaat netwerken, zodat er op feiten gestoelde oplossingen kunnen worden aangedragen voor het probleem. Een interpretatie hiervan zou kunnen zijn dat een leerling pas wetenschappelijk geletterd is, indien die in staat is de op school opgedane kennis toe te passen tot verbetering van zichzelf en diens omgeving. Er wordt hierbij dan gepleit voor een verschuiving van focus binnen het onderwijs. De vraag is echter of het creëren van een 'reflectie-georiënteerd' vak of het laten landen van kennis over de natuurwetenschappen binnen de mono-vakken daar de beste oplossing voor is. Zowel de definitie van Millar als die van het PISA project geven aan dat om natuurwetenschappelijk geletterd te zijn, het individu kennis moet hebben van de natuurwetenschappen. Door kennis over de natuurwetenschappen uitsluitend binnen de vakken biologie, natuur- en scheikunde te plaatsen, zullen de alfa en gamma leerlingen die kennis moeten ontberen. Indien het reflecterende aspect van wetenschapsoriëntatie als een apart vak wordt geïntroduceerd, dan creëert men hierdoor een kunstmatige tweedeling van wetenschap, waarbij leerlingen het moeilijk kunnen vinden om de saamhorigheid van het leren van en leren over de natuurwetenschappen in te zien.

Met de introductie van de tweede fase heeft het vak 'Algemene Natuurwetenschappen' (ANW) haar intrede gedaan, waarmee men in Nederland heeft getracht om antwoord te geven op de oproep naar meer wetenschappelijk geïnformeerde burgers. Dit was ook voor Nederland een grote ommekeer, omdat ANW, vanwege haar aard, zich richtte op de doelen die onder andere door Fensham (Figuur 2) zijn beschreven. In onderstaande tabel is een beschrijving opgenomen van de wetenschappelijke toerusting van een VWO-leerling voor de afschaffing van ANW als verplicht vak (Pieters *et al.* (2014)). In deze tabel wordt per domein binnen wetenschapsoriëntatie omschreven wat daaronder verstaan wordt, waar het in het VWO programma voorkomt en of het een verplicht onderdeel vormt. Zo is aangegeven dat het aanleren van academische vaardigheden plaatsvindt in zowel het algemeen deel als ook in diverse profielen. Dit geldt met name ook voor het profielwerkstuk dat een onderdeel vormt van het curriculum van leerlingen die in het laatste jaar van het voortgezet onderwijs zitten. Tijdens het profielwerkstuk moeten leerlingen zelfstandig of in een groep een onderzoek doen waarbij ze twee vakken uit hun profiel tot een zinvol onderwerp met elkaar in verband brengen (Sinkeldam (1998)). Hierbij ligt de nadruk vooral op het opdoen van vaardigheden zoals het opzetten van een onderzoek, experimenteren, analyseren, beschrijven en soms ook presenteren. De domeinen 'wetenschapsfilosofie' en 'overzichtskennis' echter, komen slechts aan de orde binnen het vak ANW en zijn niet langer verplicht.

Domein	Omschrijving	Komt aan de orde in		
		Landelijk voorgeschreven aanbod	Schooleigen aanbod	
			Verplicht	Facultatief
Academische vaardigheden	<ul style="list-style-type: none"> • een onderzoeksvraag formuleren • informatievaardigheden • argumentatievaardigheden • presenteren • evalueren • reflecteren 	<p>diverse vakken, zoals in het gemeenschappelijk opleidingsdeel:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Nederlands • maatschappijleer • CKV <p>(argumentatievaardigheden, evalueren, presenteren) in het profieldeel:</p> <ul style="list-style-type: none"> • geschiedenis (M-profielen) • de bètavakken als biologie, natuurkunde, scheikunde en NLT (N-profielen) <p>(een onderzoeksvraag formuleren, informatievaardigheden, argumentatievaardigheden, presenteren, evalueren en reflecteren)</p>	<p>een leerlijn onderzoeksvaardigheden, samengesteld uit vakverbindende/-overstijgende opdrachten, projecten of modules</p>	
		het profielwerkstuk (een onderzoeksvraag formuleren, informatie-vaardigheden, argumentatie-vaardigheden, presenteren, evalueren en reflecteren)		

Domein	Omschrijving	Komt aan de orde in		
		Landelijk voorgeschreven aanbod	Schooleigen aanbod	
			Verplicht	Facultatief
Wetenschapsfilosofie	waarbij vijf kernvragen centraal staan: (1) Hoe komt wetenschappelijke kennis tot stand? (2) Hoe wordt wetenschappelijke kennis gebruikt? (3) Hoe bepaal je de betrouwbaarheid van wetenschappelijke kennis? (4) Hoe beïnvloeden samenleving en wetenschap elkaar? (5) Mag alles wat kan?	ANW		keuzeaanbod binnen (verplichte) vakken en/of in het vrije opleidingsdeel
Overzichtskennis	<ul style="list-style-type: none"> • de grote verhalen van de (natuur)wetenschap die iedereen moet kennen, zoals ecologie, evolutie, materie en het beïnvloeden ervan, zonnestelsel en heelal; • binnen de samenleving actuele (natuur)wetenschappelijke thema's als: duurzaamheid, globalisering, informatietechnologie, gezondheid en zorg. 			

Met het wegvallen van ANW zijn de onderdelen ‘wetenschapsfilosofie’ en ‘overzichtskennis’ komen uit te vallen op vele scholen. Deze leegte is door diverse scholen op verschillende manieren ingevuld. In de paragraaf 4.2 worden enige voorbeelden aangehaald waarbij te zien is hoe enkele scholen zijn omgegaan met het ontbreken van ANW in het curriculum.

4.1.2.1 Het profielwerkstuk

Hoewel ANW haar positie als verplicht vak in het voortgezet onderwijs heeft verloren, is de positie van het profielwerkstuk onaangetast gebleven. In Nederland komt overal in de tweede fase nog het ‘profielwerkstuk’ voor, dat op zijn manier invulling geeft aan het beeld dat er momenteel leeft van wetenschapsoriëntatie, namelijk dat leerlingen vaardigheden bijbrengen in het doen van onderzoek de beste manier is om hen voor te bereiden op een wetenschappelijke opleiding. Zelfs al zou wetenschapsoriëntatie vertaald worden als een gedegen voorbereiding op het wetenschappelijk onderwijs, toch zou dat meer moeten inhouden dan het doen van onderzoekjes. Wetenschapper zijn houdt meer in dan slechts wetenschappelijk onderzoek verrichten. Hoewel de vaardigheden die gepaard gaan met wetenschappelijk onderzoek onontbeerlijk zijn voor het professionele beroep van wetenschapper, zijn er nog karaktereigenschappen en vakoverstijgende en maatschappelijke kennis nodig om het beroep goed uit te oefenen (*Bell et al. (2003), Lederman (1992)*). Wanneer wetenschapsoriëntatie gereduceerd wordt tot slechts het doen van kleinschalig wetenschappelijk onderzoek, dan kunnen er hiaten optreden in het denken en handelen van leerlingen. Deze hiaten zijn een weerspiegeling van de onvolkomenheden van het geboden onderwijs. Om het beroep van wetenschapper goed uit te voeren of om goed onderbouwd wetenschappelijk te kunnen handelen of argumenteren, is wetenschappelijke geletterdheid onmisbaar. Onderzoek doen in het voortgezet onderwijs is bedoeld voor leerlingen om een eigen leerervaring te construeren. Het gaat er hierbij om de natuurlijke nieuwsgierigheid van leerlingen te benutten en hen te leren hoe op een effectieve en efficiënte manier aan antwoorden te komen op vragen die zij zelf stellen.

Wanneer leerlingenonderzoek plaatsvindt, is het de bedoeling dat leerlingen betekenisvol omgaan met de opdracht door diverse competenties te ontwikkelen. Idealiter is de inbreng van de leerlingen gebaseerd op intellectuele activiteiten en wordt het voortgebouwd op reeds bestaande kennis. Onderzoek doen valt uiteen in het opzetten van het onderzoek, het systematisch verzamelen van data, het analyseren en verwerken van data, het interpreteren van de resultaten en het trekken van conclusies. Om hieraan te voldoen moeten leerlingen de volgende competenties ontwikkelen (*Bevins et al. (2016)*):

1. het hebben van een onderzoekende houding
 - het willen weten
 - het kunnen samenwerken met anderen
 - het hebben van een kritische houding
2. onderzoeksvaardigheden
 - het kunnen opzetten van een onderzoek, een onderzoeksvraag stellen, enz.
 - het verwerken en interpreteren van data
3. kennis hebben over het doen van onderzoek
 - het kennis hebben over de betrouwbaarheid van onderzoek
 - het kunnen nagaan wat de reproduceerbaarheid van het onderzoek is
 - het hebben van kennis over de toepasbaarheid van de resultaten
 - het kunnen vaststellen wat de kwaliteit van het onderzoek is

Tijdens interviews komt naar voren dat leraren vooral waarde hechten aan punt 1 (het hebben van een onderzoekende houding). *Indien leerlingen nieuwsgierig en geïnteresseerd zijn, komt het allemaal wel goed. Dat is toch wel het belangrijkste.* Zelfs leraren die een uitgebreid onderzoeksprogramma op hun school verzorgen, kunnen zich enigszins daarin terug vinden. *Als leerlingen een kritische houding hebben, zijn ze goed voorbereid op het wetenschappelijk onderwijs. De rest komt wel.*

4.1.3 Uitgangspunt voor wetenschapsoriëntatie in dit verslag

Wetenschapsoriëntatie heeft enkele uiteenlopende beschrijvingen, zoals gezien is in de documenten van Millar en het Pisa project. Om duidelijkheid hierin te scheppen, is het handig om een eenduidige beschrijving te hanteren voor dit verslag, waarmee de programma's van die verse scholen kunnen worden vergeleken. Dat wordt in deze sub-paragraaf getracht.

Wetenschapsoriëntatie is een verzamelnaam voor kennis, vaardigheden en attitudes die van nut zijn:

1. voor wetenschappers om wetenschappelijk onderzoek succesvol uit te voeren en te communiceren;
2. voor elk individu, opdat die in staat is kritisch en geïnformeerd te handelen in situaties binnen een technisch of (natuur)wetenschappelijk domein.

Idealiter heeft wetenschapsoriëntatie als vak op school twee hoofddoelen.

1. Leerlingen worden op een dusdanige manier voorbereid dat zij in staat zijn om zonder problemen aansluiting te vinden bij de manier van denken en handelen in het wetenschappelijk onderwijs.
2. Leerlingen worden op een dusdanige manier voorbereid op de maatschappij dat zij in staat zijn om geïnformeerde beslissingen te nemen aangaande het handelen van zichzelf en anderen binnen het domein van de wetenschappen.

De focus van een dergelijk onderwijs richt zich op verschillende aspecten die in onderstaande tabel benoemd zijn. Hierbij is er gekeken naar de kunde en vaardigheden die leerlingen zouden moeten opdoen tijdens het vak wetenschapsoriëntatie. De kennisdomeinen en vaardigheden die in het linker kolom van de tabel staan, zijn geïnterpreteerd uit de eerdere beschrijvingen van Millar en het Pisa project, terwijl ook de academische vaardigheden uit het VWO programma zijn meegenomen. In het tabel staat het cijfertje '1' voor het eerste hoofddoel van wetenschapsoriëntatie, namelijk aansluiting op het vervolgonderwijs en het cijfertje '2' slaat op het tweede hoofddoel, namelijk het kweken van geïnformeerde burgers. Verder is genoteerd of een bepaald aspect van het onderwijs verplicht zou moeten zijn of zou mogen worden vrijgelaten per doel. Dit wordt respectievelijk met het woordje 'moet' en 'mag' weergegeven.

Kunde en vaardigheden door leerlingen te ontwikkelen	1	2
Kennis van het ontstaan van kennis en wetenschap	Moet	Moet
Kennis van 'de (natuur)wetenschappelijke methode'	Moet	Mag
Kennis over 'de (natuur)wetenschappelijke methode'	Moet	Moet
Kennis hebben over de betrouwbaarheid van data	Moet	Moet
De betrouwbaarheid van data kunnen uitrekenen	Moet	Mag
Kennis hebben over de invloed die de maatschappij heeft op wetenschappers	Moet	Moet
Kennis hebben over de invloed die wetenschap heeft op de maatschappij	Moet	Moet
Kennis hebben over de wijze waarop een wetenschappelijk onderzoek in elkaar gezet wordt	Moet	Moet
In staat zijn om een wetenschappelijk onderzoek zelfstandig in elkaar te zetten en uit te voeren	Moet	Mag
In staat zijn om uit gegeven data verbanden te herkennen	Moet	Moet
In staat zijn om uit gegeven data verbanden te analyseren	Moet	Mag
Zich bewust zijn van de risico's die gepaard gaan met wetenschappelijk onderzoek	Moet	Moet
In staat zijn om kritisch om te gaan met informatie uit diverse bronnen	Moet	Moet
Onderbouwd kunnen communiceren over (eigen) wetenschappelijke ontdekkingen	Moet	Moet
Kunnen handelen op basis van wetenschappelijke informatie	Moet	Moet
Onderbouwde kennis hebben van maatschappelijk, persoonlijk en cultureel relevante onderwerpen	Moet	Moet

4.2 Vigerende opvatting van leraren over wetenschapsoriëntatie

In dit onderdeel van het verslag wordt ingegaan op de wijze waarop wetenschapsoriëntatie terug komt in het curriculum op diverse scholen, de manier waarop leraren kijken naar wetenschapsoriëntatie als vak op school en het gewicht dat zij geven aan onderdelen van wetenschapsoriëntatie tijdens hun eigen les. In deze paragraaf gaat het erom antwoord te verschaffen op de tweede onderzoeksvraag:

Hoe is wetenschapsoriëntatie in Nederland op school geïmplementeerd?

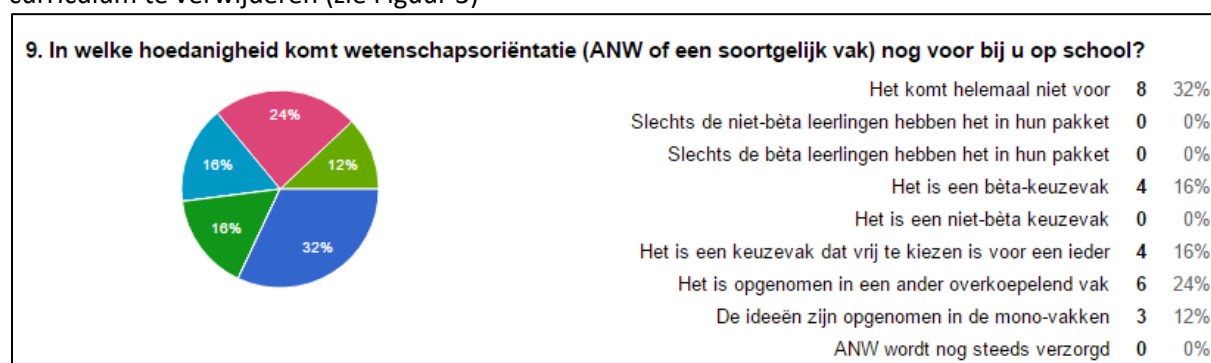
De informatie is afkomstig van enquêtes die gehouden zijn onder bèta-leraren en van interviews die zijn afgenomen van leraren uit het voortgezet onderwijs.

Een goede school binnen het voortgezet onderwijs in Nederland richt zich op een dusdanige academische vorming van haar leerlingen dat de aansluiting met het vervolgonderwijs probleemloos verloopt. Hoe kan het ook anders? Scholen worden beoordeeld op de academische prestaties van hun leerlingen. Ondanks de voorname plaats die 'voorbereiding op het vervolgonderwijs' inneemt, zijn er nog enkele kreukels om glad te strijken. Menig universiteit of hogeschool werkt met de middelbare scholen om een zo goed als mogelijke overgang voor de leerlingen te bewerkstelligen (KNAW (2015)). De inmenging van verschillende organisaties heeft er niet alleen toe geleid dat procentueel meer leerlingen zich inschrijven voor het hoger onderwijs, maar ook dat een groter aandeel van die leerlingen kiest voor de bètavakken (*Techniekpact 2016* (2016)). Er is daarnaast de afgelopen aantal jaren ook veel aandacht geweest voor een toename aan wetenschappelijke geletterdheid onder de bevolking, waardoor ANW in het leven werd geroepen. Sinds de introductie van ANW in de tweede fase in 1998 waren er kinderziekten die voor sommigen onoverkomelijk waren. Er bleek een verschil van mening te zijn tussen leerlingen en docenten over de studielast die gepaard mocht gaan met dit vak en de positie die dit vak moest innemen. Dit heeft reeds in een vroeg stadium ertoe geleid dat het vak bijna uit het programma werd gehaald. Na de inmenging van de toenmalige staatssecretaris Adelmund, heeft het vak ANW een deel van de nodige geloofwaardigheid verloren. Dat, in samenwerking met de onduidelijke positie van het vak in het curriculum en het groter wordende tekort aan broodnodige docenten binnen de natuurwetenschappen, heeft mogelijk geleid tot het uiteindelijk degraderen van dit vak. Momenteel bestaan er geen nationale, verplichte en doelbewuste programma's binnen het reguliere onderwijs die een onderbouwing van een wetenschappelijke wereld benadrukken met als doel geïnformeerde burgers te kweken. Wat ook de eigenlijke reden daartoe mag zijn, het was te verwachten dat elk programma dat zoveel afweek van de standaard vele problemen zou tegenkomen bij de implementatie. Vanaf de start in 1998 was ANW bedoeld als eerste kennismaking van de middelbare scholieren met de geschiedenis en werkwijzen van de natuurwetenschappen. Er is toentertijd ook een eenmalige landelijke training geweest voor leraren die dit vak zouden moeten verzorgen. Ondanks de verschillende initiatieven die diverse leraren hebben genomen om ANW een waardige plek te geven binnen het curriculum van hun school, heeft dit weinig mogen baten en bestaat het vak nu bij vele scholen niet meer. *Helaas, ANW bestaat bij ons niet meer. Ondanks initiatieven van de docenten heeft de schoolleiding besloten om met het vak te stoppen. Ik zie dat als een terechte beslissing omdat het vak nooit een duidelijke positie heeft gehad. Het was teveel verbrokkeld en er was geen duidelijke visie. Ook de docenten die het gaven hadden minder passie dan vroeger.* Deze reactie op de aanwezigheid van ANW op school komt van een natuurkunde leraar die een groot voorstander van dit vak was.

Toch hebben enkele scholen gemeend dat ANW (als Nederlandse versie van wetenschapsoriëntatie) niet iets is dat zomaar aan een kant gezet kan worden en dat een wetenschappelijke toerusting van zeker VWO-leerlingen onontbeerlijk is. Scholen die gekozen hebben om (onderdelen van) wetenschapsoriëntatie in hun programma te incorporeren, hadden de mogelijkheid om één van de volgende keuzes te maken met betrekking tot de manier waarop dat vak geïmplementeerd zou worden.

Profielvakken	Geïntegreerd vak	Keuzevak
De inhoud van wetenschapsoriëntatie wordt aangepast aan het type profiel dat de leerlingen hebben.	Het voortraject van het profielwerkstuk bestaat uit een leerlijn onderzoek en academische vaardigheden.	VWO+ leerlingen kunnen het vak kiezen als onderdeel van het WON-aanbod.
Wetenschapsoriëntatie wordt geïntegreerd in de vakken bij het N-profiel, terwijl er een apart vak wordt opgezet voor het M-profiel.	Wetenschapsoriëntatie wordt als optie van het keuzedeel van NLT aangeboden.	Wetenschapsoriëntatie is een keuze vak bij het N-profiel.
	Het vak staat op zichzelf, is verplicht voor alle leerlingen en heeft een duidelijke plek binnen het curriculum.	Wetenschapsoriëntatie is een algemeen keuzevak.
	Dit vak komt als onderdeel van een groter vak voor.	Wetenschapsoriëntatie is verplicht voor de N-profielen en een keus voor de M-profielen.

De tendens na de degradatie van ANW als verplicht vak op het VWO is echter dat een groot deel van de geënquêteerde scholen ervoor heeft gekozen om elke vorm van wetenschapsoriëntatie uit het curriculum te verwijderen (zie Figuur 3)



Figuur 3: Enquêteresultaten over de mate waarin wetenschapsoriëntatie nog in het schoolcurriculum voorkomt.

De scholen die wel enige vorm van wetenschapsoriëntatie aanbieden, wikken en wegen het belang ervan op zeer uiteenlopende wijze. Slechts 44% van de geënquêteerde leraren vinden dat leerlingen er iets van af moeten weten, terwijl 40% eerder de nadruk wilt leggen op de mono-vakken (Figuur 4).

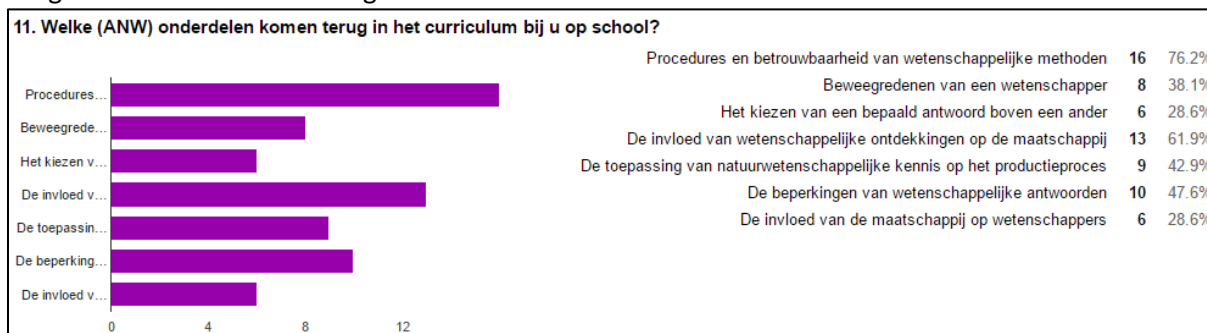


Figuur 4: Enquêteresultaten over de plek die wetenschapsoriëntatie volgens leraren verdient binnen het schoolcurriculum.

Een β -leraar die les geeft op een school waar wetenschapsoriëntatie geen fundamenteel deel uitmaakt van het curriculum, gaf te kennen: *Binnen de alfa-vakken worden leerlingen wel voorbereid op goed burgerschap, vaderlandslievendheid, normen en waarden. Bij geschiedenis zit wel iets over Nederlandse wetenschappers en hun invloed op techniek en samenleving. Hier en daar bij NLT zijn ook sporen te zien van onderwijs van 'ideeën over wetenschap', ontwikkelingen die in de westerse wereld hebben geleid tot de samenleving die we nu hebben. Denk bijvoorbeeld aan de ontwikkeling*

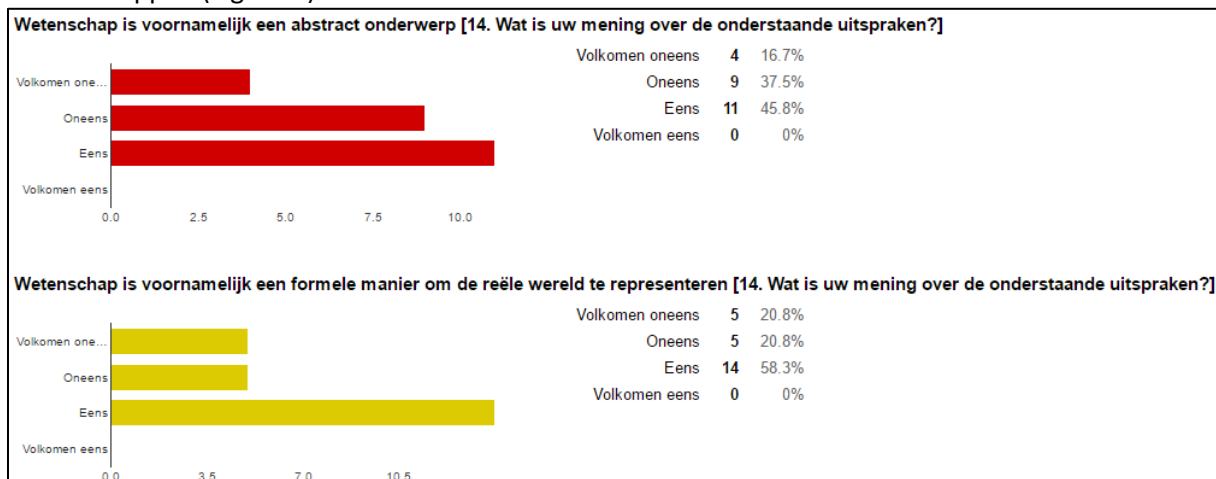
van penicilline, ontstaan van ons wereldbeeld, omgaan met automatisering/robotisering van de samenleving. Deze leraar gaf te kennen dat hij het jammer vindt dat er op zijn school geen gericht beleid is voor de implementatie van *de meer filosofische en meta kant van de wetenschap in het curriculum*.

Van de scholen waar er wel gedaan wordt aan wetenschapsoriëntatie, ligt de nadruk voornamelijk op het doen van onderzoek (Figuur 5). De meta-kant wordt amper belicht, omdat, naar verluid, de focus gericht is op het voorbereidend wetenschappelijk onderwijs. Het is ook met die reden dat er in dit onderzoek geen school is gevonden waar welke variant van wetenschapsoriëntatie dan ook wordt aangeboden aan HAVO leerlingen.



Figuur 5: Enquêteresultaten over de onderdelen van wetenschapsoriëntatie die nog bij de ondervraagde leraren op school voorkomen.

Wetenschapsoriëntatie lijkt door het onderwijsveld vertaald te zijn naar wetenschappelijke toerusting en dan specifiek, onderzoeksvaardigheden. Het is dan ook begrijpelijk dat de focus daarom ligt op leerlingen van het VWO. Dat is immers de groep die uiteindelijk voorbereid wordt voor een wetenschappelijke vervolgopleiding. Het is mogelijk dat leraren de meerwaarde van ANW niet hebben ingezien, omdat naar hun mening de focus moest liggen op het voorbereiden van leerlingen op het vervolgonderwijs. Dit is immers al heel lang de gang van zaken geweest binnen het reguliere onderwijs en zelfs de naam van de opleiding – Voorbereidend Wetenschappelijk Onderwijs – doet geloven dat de hoofdtaak en misschien wel het enige nut van de opleiding is om leerlingen te helpen succesvol te zijn in het Wetenschappelijk Onderwijs. Deze zienswijze is natuurlijk niet bevorderlijk voor het in stand houden van een vak dat zich erop richt de meer algemene, de menselijke, de filosofische en ethische kant van de wetenschap bloot te stellen. Zo gaf een leraar natuurkunde zijn mening over het vak ANW: *De natuurkunde leerlingen verveelden zich in de klas tijdens de [ANW] les. Het [ANW] vak was te gemakkelijk voor hen. Ze kenden alles al. Dat ANW te eenvoudig was voor bèta-leerlingen is tijdens dit onderzoek door nog twee andere leraren geopperd. Een mogelijke waarom deze leraren zo dachten kan zijn omdat leraren, met name die les verzorgen in de natuurwetenschappen, een meer abstracte en enge zienswijze hebben omtrent de wetenschappen (Figuur 6).*



Figuur 6: Enquêteresultaten over de manier waarop bèta-leraren kijken naar de wetenschappen.

Aangezien het enquête-onderzoek gericht was op leraren die één van de natuurwetenschappelijke vakken (natuurkunde, scheikunde, biologie) verzorgen, zijn er geen antwoorden van leraren uit de andere profielen meegenomen in de enquêteresultaten. Het kan dus zo zijn dat leraren in de alfa en gamma vakken een heel andere visie over wetenschap hebben en die ook overdragen aan hun leerlingen. Als dat zo is, staat het in schril contrast met hetgeen er bij één van de geïnterviewde leraren natuurwetenschappen leeft. *Wetenschapsoriëntatie is vooral goed voor de M-profielen, omdat de N-profielen al onderzoekjes doen en les krijgen in de natuurwetenschappen.* Deze leraren geven hiermee duidelijk blijk dat naar hun mening wetenschapsoriëntatie niet alleen onderzoeksvaardigheden, maar enger nog, natuurwetenschappelijke onderzoeksvaardigheden inhoudt. De leraar vervolgde: *Bwa, wij hebben dat (wetenschapsoriëntatie) in ons curriculum. De leerlingen doen al proefjes en er is ook nog het profielwerkstuk.* Deze mening wordt niet helemaal gedeeld door geïnterviewde leraren die les verzorgen in de alfa-vakken, omdat die ook kritisch denken en bronnen-analyse plaatsten onder de noemer 'wetenschapsoriëntatie'. Zo gaf een alfa-leraar te kennen: *Alle mensen hebben er baat bij om kritisch te leren denken. Dan kiezen ze andere type kranten om te lezen en maken ze slimmere keuzes.* Waar bij sommige bèta-leraren werd aangegeven dat bèta-leerlingen al kritisch kunnen nadenken, omdat ze geconfronteerd worden met de natuurwetenschappelijke methode en dat vooral alfa-leerlingen baat zouden hebben bij het leren kritisch denken, was geen enkele alfa-leraar die mening toegedaan. De alfa-leraar vervolgde: *Ik denk dat wanneer je het echt gaat onderzoeken je zult zien dat zowel de alfa- als bèta-leerlingen baat hebben bij kritisch denken. Het is immers een vaardigheid die expliciet moet worden aangeleerd. Er zou een apart vak voor in het leven moeten worden geroepen en de verschillende leraren moeten ook kritisch-denken in hun eigen lessen tentoonstellen. Dit onderdeel moet in de personeelsgesprekken weer aan de orde komen om zeker te zijn dat leraren er echt mee bezig zijn.* Deze leraar maakte zich er vooral druk om dat leraren zich niet zouden houden aan de doelstelling om kritisch te denken.

**

Met voldoende tijd, kunde en motivatie zijn leraren vast in staat om uit zichzelf dit soort lessen in elkaar te zetten. Het wordt als maar moeilijker wanneer één van deze punten ontbreekt. Daarnaast eist een vak zoals wetenschapsoriëntatie vaak een andere aanpak van de les dan leraren misschien gewend zijn. Het doen van kleine onderzoekjes om gevoel te krijgen voor het wetenschappelijk proces zou daarbij onontbeerlijk blijken. Figuur 7 laat zien dat dit niet een methode is die vaak door leraren gebruikt wordt in een huiswerkzetting.



Figuur 7: Enquêteresultaten over de mate waarin leraren korte onderzoekjes aan leerlingen als huiswerk meegeven.

4.3 Praktijkvoorbeelden van wetenschapsoriëntatie in Nederland

Bij deze paragraaf wordt er ingegaan op de vraag:

Wat zijn goede praktijkvoorbeelden van wetenschapsoriëntatie in Nederland?

Dit gebeurt op 2 manieren. In het eerste deel wordt er aan de hand van semigestructureerde interviews met leraren nagegaan op welke manier wetenschapsoriëntatie aanbod komt op hun respectieve school. Deze leraren zijn op hun school zelf bezig met dit vak en zijn er ook initiator van. In het tweede deel wordt de WON-Akademie en diens activiteiten aangehaald. Er wordt ingegaan op hetgeen de WON-Akademie wilt bereiken en wat het betekent om een WON-school te zijn. De informatie is verkregen middels semigestructureerde interviews met een medewerker van de WON-Akademie.

4.3.1 Wetenschapsoriëntatie op twee scholen belicht

ANW werd in de tweede fase geïntroduceerd en het kreeg daarbij een plek op het rooster als elk ander vak. Zoals eerder aangehaald, kwam er uit diverse hoeken druk te staan op het voortbestaan van dit vak dat ten doel had alfa-, bèta- en gamma-leerlingen een ruimer beeld te geven van de natuurwetenschappen als geheel en '(natuur)wetenschappelijke geletterdheid' tot deel te maken van hun ontwikkeling. Binnen afzienbare tijd brokkelde ANW af totdat het vanaf het schooljaar 2015-2016 niet langer verplicht is. Deze afbrokkeling heeft menigeen niet koud gelaten. Zo hebben bij enkele scholen directie en leraren de handen ineens geslagen om leerlingen toch nog enige bagage mee te geven omtrent het doen van onderzoek. Hieronder volgen enkele beschrijvingen van scholen die op hun eigen manier getracht hebben om hun leerlingen voor te bereiden op een wetenschappelijke opleiding door hen hun eigen versie van wetenschapsoriëntatie aan te bieden. De beschrijvingen zijn gebaseerd op semigestructureerde interviews met initiators van de programma's op de respectieve scholen.

4.3.1.1 Het Augustinianum



Het Augustinianum is een kleine school voor gymnasium, atheneum en havo in Eindhoven. Deze school is in 2010 gestart met een curriculum voor alle VWO leerlingen met als doel de aansluiting met het vervolgonderwijs (i.d. wetenschappelijk onderwijs) te verbeteren door talentontwikkeling en leerlingen kennis te laten maken met wetenschappelijk onderzoek, opdat zij na het secundair onderwijs gerichter kunnen kiezen voor een opleiding die bij hen past. Dit curriculum heeft sinds haar introductie de rol van ANW overgenomen, waardoor het uitvallen van het laatst genoemde geen consequenties had voor de school. Dit curriculum heeft een looptijd van één jaar en is onderdeel van het vakkenpakket van iedere vijfde klas VWO-leerling op die school. Binnen dit curriculum valt ook het project genaamd 'Het Beste Idee' dat een looptijd heeft van 3 maanden. Een excerpt uit de brochure van dit project (Paulij (2015)): *Het project "Het Beste Idee (jaartal)" betreft een uitdagend voorbeeld van realistisch, betekenisvol en ervaringsgericht onderwijs. Het project is bijzonder omdat het alle VWO leerlingen kennis laat maken met (toegepast) voorbereidend wetenschappelijk onderwijs.*

Tijdens het project ontwikkelen VWO-5 leerlingen in kleine teams een tastbaar product voor een maatschappelijke opdrachtgever. Hierbij krijgen zij o.a. te maken met teamwork, teamleiderschap, doelgroepen, maatschappelijke problematiek, wetenschappelijke uitdaging, eisen, randvoorwaarden,

budget, tijdsdruk, brainstormen, creatief denken, ontwerpen, ontwikkelen, octrooien, presenteren en media aandacht.

Het totale curriculum bestaat uit zes clusters:

1. Introduction to science,
2. fundamental science,
3. applied science,
4. global science,
5. science beyond our earth,
6. scientific communication.

Halverwege het derde cluster werken alle leerlingen aan ‘Wetenschap in opdracht’. Hierbij deelt een maatschappelijke organisatie een opdracht uit aan alle leerlingen uit VWO 5, waarbij er van hen verwacht wordt dat zij maatschappelijk relevant, wetenschappelijk onderzoek doen. *De samenstelling van de groepen leerlingen is heterogeen, opdat het probleem vanuit meerdere oogpunten belicht en aangepakt kan worden. Door een variatie te hebben aan profielen binnen een groep, hebben de leerlingen als voordeel dat ze zodoende meer van elkaar leren. De heterogene groepssamenstelling is een weerspiegeling van de diversiteit in de klas en, in grotere zin, van de samenleving*, aldus mevrouw Paulij. De leerlingen worden gestimuleerd om hun projectgroepen doordacht samen te stellen met leerlingen van verschillende profielen. De leerlingen moeten ervaren dat een goed team bestaat uit leden met verschillende competenties. Een team met enkel specialisten in één discipline is immers gedoemd te mislukken. Tot slot krijgen de leerlingen te maken met intellectueel eigendom en de werking van patenten en octrooien. Er wordt uitgelegd hoe een patentaanvraag bij dit soort projecten is geregeld en wat hiervan de functie is. Aan de groepen wordt vervolgens de mogelijkheid aangeboden om octrooi aan te vragen maar de open source-gedachte wordt gestimuleerd. Het geheel maakt “Het Beste Idee” een uniek voorbeeld van realistisch, betekenisvol en ervaringsgericht onderwijs.

4.3.1.2 [Het Christelijk Lyceum Veenendaal](#)



Het Christelijk Lyceum Veenendaal is een school voor VMBO, HAVO en VWO die veel aandacht besteedt aan het stimuleren van talent. Er is een nauwe samenwerking tussen de bèta-leraren, die regelmatig een BINAS-week of bètablok-uren organiseren. Om de hiaten – die het vertrek van ANW uit het regulier onderwijs heeft achtergelaten – op te vullen, hebben de leraren gestreden om het vak NWO – dat staat voor natuurwetenschappelijk onderzoek – in het leven te roepen. Dit is vooral door de inzet van acht secties van het lerarenkorps tot stand gekomen en wordt ook door hen in stand gehouden. Dit vak wordt in alle klassen van 4 VWO verzorgd met als doel om analytisch denken en het doen van onderzoek aan leerlingen bij te brengen. Dit onderzoek geeft in grote lijnen de werkwijze van wetenschappers weer, waardoor er geen directe samenwerking tussen de profielen is, maar waarbij onderzoeksonderwerpen wel worden bekeken vanuit de diverse richtingen. *Zo kan er een onderzoek zijn naar een bepaald ontwerp voor een gebouw waarbij de bèta-leerlingen nagaan hoe ze die zo energiezuinig kunnen maken, terwijl de alfa-leerlingen door middel van interviews nagaan welk effect het ontwerp van het gebouw heeft op de gemoedstoestand van diverse mensen.* De lessen in elk van de klassen vinden simultaan plaats. De reden waarom de NWO lessen gelijktijdig worden verzorgd, is omdat leraren van elkaars expertise gebruik maken en bij elkaar tijdens de les langs gaan voor een uitwisseling van ideeën.

Het totale curriculum van NWO omhelst 5 modules die in volgorde zijn:

- 1) Basis vaardigheden hoe onderzoek te doen
- 2) Duurzaamheid van de nieuwe school
- 3) Evolutie (vrije keus)
- 4) Gezondheid en ethiek
- 5) Eigen onderzoek

Slechts de eerste module wordt afgesloten met een schriftelijke toets, terwijl de andere modules een vorm van projectwerk met zich meebrengen. De tweede module is gekozen, vanwege het nieuwe gebouw dat het CLV in gebruik zal nemen. *In module twee is bewust gekozen voor ‘de nieuwe school’, omdat leerlingen zich daar direct bij betrokken voelen.* Module drie laat de ruimte vrij aan leerlingen om de evolutie van een bepaald onderwerp na te trekken. Er is door een groep onlangs gekozen voor het onderwerp ‘Evolutie van het weerbericht’, waarbij daarover een film is gemaakt. Tijdens module vier moeten leerlingen een betoog schrijven over gezondheid en de limieten die de ethiek aan onderzoek in dat domein zou moeten stellen. Uiteindelijk wordt het programma afgesloten met een eigen onderzoek dat door de leerlingen zelf in elkaar wordt gezet en door de leraren wordt begeleid. Er is nog getracht om een dergelijk project ook in het HAVO te laten indalen, maar dat is nooit goed gelukt. Het idee is dan dat havisten minder behoefte hebben aan verbreding en eerder een stevige basis Nederlands en Engels moeten ontwikkelen. Deze twee talen worden op het CLV belangrijk geacht voor het creëren van kritische burgers, omdat taal aan de basis ligt van informatie. *Om echt kritisch te zijn hebben leerlingen nog enige basiskennis nodig en moeten zij bekend zijn met vakjargon en diverse onderzoeksmethoden.*

4.3.1.3 [Vergelijking van de programma’s met de doelen van wetenschapsoriëntatie](#)

In deze sub-paragraaf worden de doelen van de programma’s op de twee bovengenoemde scholen vergeleken met de eerder gestelde doelen van wetenschapsoriëntatie. Dit wordt gedaan door na te gaan welke kennis en vaardigheden een leerling opdoet tijdens het programma op zijn respectieve school en die dan te vergelijken met het lijstje aan kennis en vaardigheden die een leerling zou moeten opdoen om aan de doelen beschreven in paragraaf 4.1.3 te kunnen voldoen.

Naast de twee scholen die eerder in dit hoofdstuk zijn genoemd, zijn er wel meerdere in Nederland die op een expliciete manier een programma aanbieden die in meer of mindere mate bedoeld is om leerlingen voor te bereiden op het wetenschappelijk onderwijs. Dat is trouwens ook één van de doelen die wetenschapsoriëntatie haar bestaansrecht geeft. Het ander is leerlingen kweken tot geïnformeerde burgers die wetenschappelijk geletterd zijn. De doelgroepen, op wie deze doelen slaan, zijn dan ook anders, maar er is toch sprake van een zekere overlapping. Wetenschappelijke geletterdheid en geïnformeerd burgerschap is wel bedoeld voor iedere leerling, maar niet iedere

leerling hoeft de vaardigheden, die bestemd zijn voor wetenschappelijk onderzoek, even goed te beheersen. De hierboven beschreven programma's richten zich meer op het eerste doel dan het tweede. Dit hebben de geïnterviewde leraren zelf aangegeven en is ook op te merken aan de groep die het programma krijgt aangeboden, namelijk VWO-leerlingen. Deze groep wordt per definitie opgeleid voor het wetenschappelijk onderwijs. Er is op het Christelijk Lyceum Veenendaal wel getracht om HAVO leerlingen een dergelijk programma aan te bieden, maar de implementatie heeft geen succes gehad.

In dit deel van het verslag worden de programma's van beide scholen naast elkaar geplaatst en wordt er nagegaan of de eerder genoemde kernaspecten van wetenschapsoriëntatie daarin terug te vinden zijn. Het Augustinianum wordt hierin weergegeven met een A, terwijl het Christelijk Lyceum Veenendaal wordt gerepresenteerd met een C. Indien er een 'x' voorkomt onder één van de scholen, dan komt de corresponderende vaardigheid voor binnen het programma op de respectieve school. Een '?' betekent dat het onduidelijk is of de corresponderende vaardigheid voorkomt binnen het programma op school.

Kunde en vaardigheden door leerlingen te ontwikkelen	A	C
Kennis van het ontstaan van kennis en wetenschap	x	x
Kennis van 'de (natuur)wetenschappelijke methode'	x	x
Kennis over 'de (natuur)wetenschappelijke methode'	x	x
Kennis hebben over de betrouwbaarheid van data	x	x
De betrouwbaarheid van data kunnen uitrekenen	?	?
Kennis hebben over de invloed die de maatschappij heeft op wetenschappers	x	x
Kennis hebben over de invloed die wetenschap heeft op de maatschappij	x	x
Kennis hebben over de wijze waarop een wetenschappelijk onderzoek in elkaar gezet wordt	x	x
In staat zijn om een wetenschappelijk onderzoek zelfstandig in elkaar te zetten en uit te voeren	x	x
In staat zijn om uit gegeven data verbanden te herkennen	x	x
In staat zijn om uit gegeven data verbanden te analyseren	x	x
Zich bewust zijn van de risico's die gepaard gaan met wetenschappelijk onderzoek	x	x
In staat zijn om kritisch om te gaan met informatie uit diverse bronnen	x	?
Onderbouwd kunnen communiceren over (eigen) wetenschappelijke ontdekkingen	x	?
Kunnen handelen op basis van wetenschappelijke informatie	?	?
Onderbouwde kennis hebben van maatschappelijk, persoonlijk en cultureel relevante onderwerpen	x	x

4.3.2 De WON-Akademie



Wetenschapsoriëntatie (of varianten daarvan) is door meerdere scholen in Nederland geïmplementeerd. Twee van de varianten zijn in paragraaf 4.3.1 besproken. Een andere variant van wetenschapsoriëntatie vindt plaats op de zogeheten WON-scholen. WON-scholen hebben als doel om in het curriculum van (een specifieke groep van) hun leerlingen een vorm van wetenschapsoriëntatie aan bod te doen komen. Omdat het hier niet om een individuele groep gaat, maar meer om het werk dat dit netwerk aan scholen verricht, wordt dit onderdeel in een apart hoofdstuk geplaatst. De informatie uit dit hoofdstuk is afkomstig van een semigestructureerd interview dat is gehouden met een medewerker van de WON-Akademie. De scholen die bij de WON-Akademie zijn aangesloten, worden WON-scholen genoemd.

De WON-Akademie is een organisatie die tot doel heeft om VWO-leerlingen voor te bereiden op wetenschappelijk onderwijs, door hen vertrouwd te maken met wetenschappelijk werken en denken. Dit proberen zij door wetenschapsoriëntatie op een bewuste manier binnen het schoolcurriculum aan bod te doen komen. Het is niet zo dat iedere school die aangesloten is bij deze organisatie hetzelfde programma met diens leerlingen afwerkt. Sommige scholen hebben veel uren ervoor vrij gemaakt en andere scholen weer minder. Daarnaast wordt wetenschapsoriëntatie door sommige scholen slechts aangeboden aan VWO-top leerlingen, terwijl dit bij andere scholen in de reguliere vakken is opgenomen. Ongeacht de wijze waarop het wordt aangeboden, centraal staan nog altijd het streven naar de ontwikkeling van kritisch denken, nieuwsgierigheid, creativiteit en ruimer denken. De leraren kiezen (soms in samenspraak met hun leerlingen) de gewenste thema's, waarna medewerkers bij de WON-Akademie daar de leerlijnen van uitwerken. Het aanbod dat door de WON-Akademie gedaan wordt, geldt doorgaans voor leerlingen van alle disciplines over een traject van vele jaren, hoewel het zwaartepunt in de onderbouw ligt. Na het succesvol afronden van het WON-programma in klas 3 kunnen de leerlingen een Junior Certificaat verkrijgen. In de bovenbouw wordt voornamelijk gewerkt aan verdieping en verbreding van het programma, maar daarin is voldoende vrijheid gelaten voor leraren die wat anders met hun leerlingen willen uitproberen. De leerlijn die de Akademie aanbiedt is geenszins verplicht, maar dient slechts als indicatie voor de scholen om de doelen en eindtermen van het instituut te halen. De scholen committeren zich eraan om invulling te geven aan de lessen en zijn zelf ook verantwoordelijk voor het verzorgen van de lessen. De lessen worden beoordeeld op de volgende punten:

1. Wetenschappelijke kennis
2. Wetenschappelijke attitude
3. Wetenschappelijke vaardigheid
4. Of het interessant is voor leerlingen
5. Of het uitdagend is voor leerlingen

De WON-Akademie biedt aan de deelnemende scholen een netwerk van leraren die de idealen van het instituut nastreven en zelf ook ervaring hebben met het verzorgen van lessen in wetenschapsoriëntatie. Ook worden wetenschappers vanuit de Akademie benaderd om gastlessen te verzorgen aan verbonden scholen. De combinatie aan middelen die geboden worden, maakt het gemakkelijker voor scholen om de vooropgestelde eindtermen te halen en geeft aan deze scholen een exclusief karakter en het recht om het predicaat van WON-school te dragen. Sommige ouders en leerlingen vinden het belangrijk dat deze aandacht wordt gegeven aan wetenschapsoriëntatie, mede omdat het als indicatie kan dienen hoe de school omgaat met onderwijs en de waarde die gehecht wordt aan de ontwikkeling van de leerlingen. Echter is de concurrerende positie die de scholen hierbij krijgen, evenals de beperkte beschikking van wetenschappers redenen genoeg waarom er een beperking zit op het aantal scholen dat zich bij de Akademie mogen aansluiten. Als ook nog wordt meegenomen dat een grotere deelname van scholen het bestuurlijk moeilijk zou maken, wordt het duidelijk waarom niet meer dan 50 scholen zich kunnen aansluiten. Voor deze 50 scholen betekent het dat zij leerlingen kunnen afleveren die in het ideale geval beter voorbereid zijn op het wetenschappelijk vervolgonderwijs dan hun leeftijdsgenoten van andere scholen. Dit probeert de Akademie bij te houden middels een leerlingvolgsysteem waarmee er moet worden nagegaan of er werkelijk verandering is opgetreden in de situatie op de universiteit. Van geraadpleegde docenten op de universiteit heeft de Akademie mogen vernemen dat over het algemeen het 'niveau' van leerlingen te laag is en dat er op de universiteit te veel academische vaardigheden moeten worden bijgespijkerd. Idealiter zal de WON-Akademie kunnen bijdragen aan het bijbrengen van deze vaardigheden.

Het is niet mogelijk gebleken om de programma's van de WON-Akademie naast de eerder gestelde kernaspecten van wetenschapsoriëntatie te plaatsen, want WON-scholen bieden niet allemaal hetzelfde programma aan. Elke WON-school heeft een zekere mate aan vrijheid wanneer het aankomt op het uiteindelijke programma dat in de klas wordt aangeboden. Dat heeft tot gevolg dat er enorme verschillen kunnen zijn tussen de uiteindelijke inhoud van de programma's tussen twee WON-scholen. De WON-Akademie is er slechts om te faciliteren en zodoende de kwaliteit te waarborgen.

4.4 Wetenschapsoriëntatie binnen een natuurkunde les

In deze paragraaf wordt getracht antwoord te geven op de vraag:

Hoe kan een functionerende les wetenschapsoriëntatie bij het vak natuurkunde eruit zien?

Hierbij ligt de nadruk op een beschrijving van een natuurkunde les, waarbij aspecten van wetenschapsoriëntatie aanbod komen. De evaluatie van de les vindt plaats op basis van bestudeerd videomateriaal van de les en commentaren van twee docenten die de les hebben bijgewoond.

De meeste scholen in Nederland zijn niet verbonden aan de WON-Akademie of hebben geen uitgebreid onderzoeksprogramma als de eerder genoemde scholen. Toch zullen er wel leraren zijn die wel degelijk bereid zijn om hun leerlingen kennis en vaardigheden – die niet direct te vertalen zijn in een opgave op het examen – bij te brengen. Er zijn vele argumenten om dit niet te doen, waaronder een gebrek aan tijd en een te klein netwerk buiten de school, maar er zijn tal van redenen om toch enige vorm van wetenschapsoriëntatie binnen het onderwijs te implementeren, waaronder de meerwaarde die het heeft voor leerlingen als zij eenmaal de school verlaten of de variatie die het aan leraren geeft wanneer zij bezig zijn met hun vak. Het zal niet altijd even gemakkelijk zijn om directie van scholen te overtuigen geld te stoppen in dergelijke lessen, maar zelfs zonder deze steun kunnen leraren hun leerlingen heel wat bij brengen.

Om na te gaan hoe een les wetenschapsoriëntatie binnen een natuurkunde les eruit zou kunnen zien en om te ervaren hoe het zou zijn om een dergelijke les te verzorgen, heb ik een dergelijke les in elkaar gezet, gegeven en geëvalueerd.

Hieronder volgt een uiteenzetting van de gegeven les.

Op het Bonhoeffercollege aan de Van der Waalslaan in Enschede is er getracht om enkele vaardigheden die verband hebben met wetenschapsoriëntatie terug te laten komen tijdens de reguliere natuurkunde les. Enkele kernonderdelen die tijdens de les aan de orde zijn gekomen zijn:

1. Redeneervaardigheden
2. Kritisch omgaan met bronnen
3. Gebruik van argumenten
4. Discussie vaardigheden

Hierbij is weliswaar de nadruk gelegd op het kritisch omgaan met bronnen en de opbouw van argumenten. Er is gekozen voor de bovengenoemde kernonderdelen, vanwege de geringe middelen die nodig zijn om een dergelijke les in elkaar te zetten. Meerdere scholen kampen met het probleem waar het Bonhoeffercollege mee zit, namelijk een geringe hoeveelheid aan beschikbare contacturen voor het vak natuurkunde. Daarom moet hier zuinig mee omgesprongen worden en zal er moeten worden geprobeerd om binnen die ene les zowel de fysische aspecten van de les alsook het reflectieve gedeelte aan bod te laten komen. Als methode is er gekozen voor een discussievorm, waarbij de bovengenoemde kernonderdelen centraal stonden. Er is gekozen voor deze methode,

- omdat daarbij de hele klas kan participeren;
- omdat het mogelijk is een dergelijke les in een enkel uur te bevatten;
- omdat het een actieve werkvorm is.

Aangezien het ging om een natuurkunde les en de lessen schaars zijn, is er gekozen voor het onderwerp 'warmtetransport', omdat het op dat moment aan de orde was. Hieronder volgt een overzicht van de situatie.

Onderwerp: Warmtetransport

Niveau: klas 5 VWO

Aantal leerlingen: 22

Hoofddoel van de les: Het leren redeneren en argumenteren vanuit bronnen die kritisch geselecteerd zijn

Didactische werkwijze: Discussie

Stelling: Om koel te blijven op een warme dag, is het beter om korte zwarte kleding aan te doen

Vorbereiding: De leerlingen krijgen de stelling mee naar huis en aan hen wordt gevraagd om:

- 1) Bronnen te raadplegen
- 2) Aan te geven van waar ze de bron hebben
- 3) Argumenten bedenken waarom ze de bron vertrouwen
- 4) Op te schrijven hoe ze de bron hebben gevonden

Opzet: De leerlingen worden op de dag van de discussie in rijen tegenover elkaar geplaatst, waarbij de ene groep de stelling verdedigt en de andere groep tegen de stelling in gaat. Daarnaast worden 6 leerlingen apart gezet om zodoende de discussie als panel te kunnen volgen. Het panel participeert niet aan de discussie, maar geeft aan het eind van de discussie commentaar op het proces.

Aanvang: Aan de voor en tegen groep wordt gevraagd dat ze in hun eigen groep 5 minuten lang afspraken maken om hun visie vast te leggen. Hen wordt voorgehouden dat het de bedoeling is om sterk als groep naar buiten te komen. In principe is de gedachte erachter dat ze zich aan het eind realiseren dat ze minder hebben geleerd door te redeneren met mensen die reeds dezelfde mening zijn toegedaan dan anders denkenden.

Regels: Voor een ordelijk verloop, werden de volgende regels aan de leerlinge voorgehouden

- 1) Als een leerling iets wilt zeggen, dan moet hij of zij gaan staan. Krijgt hij de beurt niet, dan neemt die weer plaats.
- 2) Bij elk gehanteerd argument moet aangegeven worden van waar de informatie afkomstig is.

Het debat: Gedurende het debat is het de taak van de leraar om alles in goede banen te doen verlopen. Dit houdt onder meer in:

- 1) Doorvragen stellen
- 2) Vragen om verduidelijking
- 3) Samenvatten
- 4) De discussie op het juiste spoor houden om afdwalen te voorkomen
- 5) Beurten geven aan de groepsleden

Afloop: Aan het einde van de discussie zal er naar alle waarschijnlijkheid geen gemeenschappelijk argument naar voren komen. Aan de discussiërende leerlingen worden reflecterende vragen gesteld.

- 1) Heeft het vooraf praten met je groepsleden jouw geloof in je argumenten versterkt?
- 2) Heb je meer geleerd door met je eigen groep te praten over het onderwerp of tijdens de discussie en waarom?

Hierna is het de beurt van het panel om aan het woord te komen. Dat gebeurt via het beantwoorden van de volgende vragen:

- 1) Wat geloof je zelf met betrekking tot de stelling?
- 2) Heeft één van de twee groepen je overtuigd van een argument waar je zelf niet aan hebt gedacht?
- 3) Hoe heeft die groep/persoon je overtuigd?
- 4) Welke type argumenten vond je zelf het belangrijkste in het debat?
- 5) Op welke punten heb je gelet bij het nagaan of je het eens bent met een persoon?

Afsluiting: De leraar heeft dan een samenvattende taak, met name van de antwoorden die de leerlingen aan het eind hebben gegeven. De kern van de afsluiting is dan gericht op het belang van het hebben van een eigen mening en hoe die mening waardevol te maken door goed doordachte argumenten erbij te verzinnen.

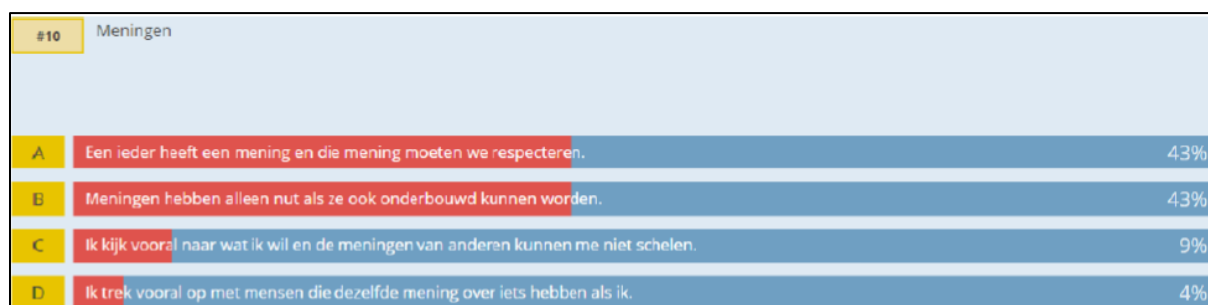
Evaluatie van de gegeven les:

In eerste instantie waren de leerlingen angstig om met de discussie te starten. Dit heeft voornamelijk te maken met de onwennigheid van het geheel. Het idee is dat naarmate deze werkvorm vaker wordt toegepast dat de leerlingen zich niet alleen beter op hun gemak zullen voelen, maar ook beter in het discussiëren zullen worden. In de tweede klas waar deze discussie is gehouden, hadden de

leerlingen meer tijd voor de discussie en het was dan ook in een later stadium dat de meeste leerlingen durfden te participeren en waarbij er sterkere argumenten werden aangedragen. Dit was minder succesvol in de eerste klas, omdat daar de opstelling nog niet klaar stond en enige minuten zijn gaan zitten in het sorteren van de stoelen en tafels, waardoor kostbare tijd verloren is gegaan. Om leerlingen in het begin aan de praat te krijgen, kunnen verschillende tactieken gebruikt worden. Er kan op individueel niveau gevraagd worden om mee te doen, maar dat hielp deze keer niet. Er zou ook zodanig gestart kunnen worden waarbij alle leerlingen staan en ze pas mogen gaan zitten als ze iets van nut gezegd hebben. Zodoende zeggen degene die verlegen zijn als eerst iets en is de discussie begonnen. De situatie op het Bonhoeffercollege eiste niet zulk een drastische aanpak en vragen wie lef had, bleek voldoende te zijn om enkele leerlingen aan de praat te krijgen. Uiteindelijk hebben de groepen elkaar uitgedaagd om bronnen aan te dragen die hun punt zouden moeten versterken. Ook het panel kwam zo nu en dan ertussen om aan te geven dat zij graag zouden willen noteren welke bronnen zijn geraadpleegd. Uiteindelijk zijn de fysische aspecten bij warmteoverdracht zelf door leerlingen in de discussie gebracht en na dit gevraagd te hebben, hebben zij hun meningen vanuit geleiding, straling en stroming onderbouwd. Er is geen consensus bereikt over welke kleding het beste is, maar de leerlingen hebben zelf aangegeven dat zij veel uit de discussie geleerd hebben. Veel meer dan hun individuele bronnenonderzoek en ook meer dan de groepsbespreking die zij hebben gehad voor de start van het debat. Dit is door hen en het panel opgemerkt door de wijze waarop zij hun claims bijstelden op basis van (goede) argumenten van de tegenpartij. Er zijn enkelen geweest – waaronder ook panelleden – die zijn overgestapt naar de andere partij. Het panel heeft vrijwel unaniem gekozen voor argumenten die naar hun mening sterk onderbouwd werden door goede bronnen of logische fysica. Er is aan het einde van de les geen evaluatie gehouden over hetgeen ze geleerd hebben met betrekking tot natuurkunde, maar er is wel veel nadruk gelegd op de waarde van meningen. Hierbij werd hen gevraagd zich de volgende drie vragen voor te houden wanneer ze hun eigen mening evalueren:

- 1) Welke emoties schuilen er in deze mening, wat beweegt mij er toe om deze mening te hebben?
- 2) Wat zijn de aannames die achter deze mening liggen en kloppen die wel?
- 3) Welk bewijs heb ik en klopt dat bewijs en mijn interpretatie er van wel?

Het onderdeel over 'de evaluatie van meningen' heeft in de klas een nieuwe – doch kortere – discussie doen oplaaien, omdat een deel van de leerlingen openlijk van mening was dat alle meningen gerespecteerd moesten worden en dat die niet fout konden zijn (Figuur 8). Een deel gaf te kennen dat het respecteren van een ieders mening hoort bij hun opvoeding. In eerste instantie hadden zij geen weerwoord van de klas, maar naarmate de discussie met de leraar zich voortzette, deden ook anderen mee aan beide zijden van het argument. Tegen het einde van de discussie was er nog slechts één enkele leerling die vol bleef houden dat alle meningen gerespecteerd moeten worden, maar in zijn argumentatie sloot hij slecht onderbouwde meningen uit en noemde hij die 'onzin'.



Figuur 8: Anonieme antwoorden op de vraag 'Wat geloof je betrekking tot meningen?'. Deze vraag is gesteld aan leerlingen die zaten in klas 5 van het VWO. 41 antwoorden zijn geregistreerd.

4.4.1 Eigen interpretatie van de les

De verzorgde les noem ik voorzichtig positief als het gaat om het halen van het hoofddoel. Het is namelijk moeilijk om het uiteindelijke effect van zo een les op de leerlingen te meten, omdat er geen vervolg op was. Eerlijkheidshalve mag ook niet verwacht worden dat leerlingen anders om zullen gaan met bronnen na een enkele discussie, maar ik zou de les al een succes noemen als het van zodanige invloed is geweest dat leerlingen zich in de toekomst afvragen of een gepresenteerde bron te vertrouwen is. De punten die gemaakt moesten worden over het belang van 'goede' en 'eerlijke' bronnen is gemaakt en de relevante natuurkunde is de revue gepasseerd. In dat opzicht acht ik deze les geslaagd. Uiteraard is het de bedoeling dat de leerlingen zich de beschouwde vaardigheden eigen maken. Hiervoor zijn meerdere lessen nodig en hoewel een discussievorm meer tijd inneemt dan bijvoorbeeld een onderwijsleergesprek, is nog maar de vraag of leerlingen ook daadwerkelijk minder natuurkunde leren in dezelfde tijd. De actieve vorm van discussiëren nodigt leerlingen uit om te participeren, terwijl daarnaast ook andere vaardigheden worden opgedaan. Zelf ben ik bereid om de reflectieve kant van natuurkunde wat vaker tijdens de les te laten voorkomen en een geringe hoeveelheid aan contacturen slechts te laten dienen als obstakel die met een goede planning klein gemaakt wordt.

5 CONCLUSIES, DISCUSSIES EN AANBEVELINGEN

In dit laatste hoofdstuk worden de eindconclusies weergegeven zoals die voortkomen uit het hiervoor beschreven onderzoek. Aan de hand van deze conclusies en analyses worden nadere vragen gesteld en aanbevelingen gedaan voor de manier waarop wetenschapsoriëntatie geïmplementeerd kan worden.

5.1 Conclusies

De conclusies zijn gestructureerd aan de hand van de vier onderzoeksvragen van dit onderzoek. De conclusies zijn een samenvatting van de resultaten in hoofdstuk 4.

Onderzoeksvraag 1: Wat wordt verstaan onder wetenschapsoriëntatie?

Wetenschapsoriëntatie in Nederland is aan de beademing na de onelegante afschaffing van het vak ANW. Het vak Algemene Natuurwetenschappen met al haar tekortkomingen, was een poging om ook de reflectieve zijde van de natuurwetenschappen een plek te geven binnen het voortgezet onderwijs. De term wetenschapsoriëntatie wordt door diverse organisaties zoals SLO en de WON-Academie gebruikt om een programma aan te duiden waarbij leerlingen onderzoeksvaardigheden en een kritische houding aanleren. Het gaat er daarbij om dat niet alleen voorbereiding op het wetenschappelijk onderwijs aanbod komt, maar ook geïnformeerd burgerschap. Vooral bij het laatste zouden zoveel als mogelijk leerlingen bij betrokken moeten worden om een kritische en wetenschappelijk geletterde gemeenschap te vormen.

Onderzoeksvraag 2: Hoe is wetenschapsoriëntatie in Nederland op school geïmplementeerd?

Bij een aantal scholen is ANW blijven bestaan. Hoe lang dat nog het geval zal zijn, is nog maar de vraag. Er zijn echter wel scholen waar er bewust voor wordt gekozen om dit vak staande te houden. Andere scholen hebben (delen van) het vak in andere vakken ondergebracht, terwijl weer anderen kenbaar hebben gemaakt dat zij als doelstelling hebben dat de reflectieve kant van de (natuur)wetenschappen tijdens de reguliere mono-vakken aanbod zal komen. Tot slot zijn er de scholen waar geen filosofisch of ethisch tintje zit aan de (natuur)wetenschappelijke inhoud, noch is geïnformeerd burgerschap hun doel. Op enkele van deze scholen zitten er leraren die wel degelijk ook – naast de rigoureuze en examengeoriënteerde kant van de (natuur)wetenschappen – de algemenere zijde van de (natuur)wetenschappen binnen de les willen halen.

Dat wordt niet allemaal even gemakkelijk gemaakt. Zo kampen enkele scholen met een benedenmaatse hoeveelheid aan beschikbare contacturen, waardoor leraren geneigd zijn om die te besteden aan lessen die verplicht geacht worden in het curriculum. Dit zijn immers de lessen die bedoeld zijn om leerlingen klaar te stomen voor een toets en worden als gevolg daarvan belangrijker beschouwd. Daarnaast kan in sommige gevallen de uniformiteit op school een obstakel zijn indien collega's niet bereid zijn om mee te gaan met een ruimere interpretatie van wat 'wetenschappen' inhoudt. Indien een docent weloverwogen besluit om een bepaald onderdeel van wetenschapsoriëntatie in de les te doen plaatsvinden en daarvoor een aanpassing van het jaarprogramma behoeft, zou de bereidwilligheid van een collega om mee te gaan in dat denken een hindernis kunnen vormen. Het weigeren van de leraar om mee te doen, kan verschillende oorzaken hebben. Eén daarvan zou kunnen zijn dat hij zich niet capabel genoeg voelt. Voor sommige leraren zullen trainingen onontbeerlijk blijken. Met name de focus op het belang van wetenschapsoriëntatie zou in deze trainingen terug kunnen komen en daarbij zou er getracht moeten worden om leraren het vak eigen te maken en om een helder uitgeschreven plan te voorzien aan hen die daar graag mee werken. Het ontbreken van een dergelijk plan en het veelal overlaten aan de individuele scholen wat er met ANW gebeuren moest, is de reden die enkele leraren opgaven waarom dit vak niet is geslaagd en waarom zij het de rug toe hebben gekeerd.

Onderzoeksvraag 3: Wat zijn goede praktijkvoorbeelden van wetenschapsoriëntatie in Nederland?

Een aantal scholen heeft het hef in eigen handen genomen en hebben wetenschapsoriëntatie op hun eigen manier ingevoerd.

Zo heeft het Augustinianum een uitgebreid onderzoeksprogramma waarbij de maatschappelijke en ethische toepasbaarheid van het eindproduct centraal staan. Hierbij vindt een nauwe samenwerking plaats tussen de diverse profielen met als achterliggend idee dat door samen te werken de leerlingen betere prestaties kunnen leveren, omdat de tekortkomingen van het ene profiel door het andere kan worden opgevangen. Dit programma is niet bestemd voor overname door andere scholen, omdat het als troef dient voor de school om zodoende boven de andere scholen van de regio uit te steken. Desgewenst kan er wel een beroep gedaan worden op de ontwikkelaars van het programma om lezingen te geven die ertoe kunnen dienen om leraren op andere scholen manieren aan te bieden hoe een dergelijk plan op hun eigen school uit te voeren.

Ook het Christelijk Lyceum Veenendaal (CLV) heeft een onderzoeksprogramma in het leven geroepen, maar zij hebben het gedaan als reactie op het verdwijnen van ANW als verplicht vak. De uren die voorheen besteed werden aan ANW zijn overgeheveld op hun onderzoeksprogramma. Een cruciaal verschil tussen het plan van het Augustinianum en het CLV is het uiteindelijke doel. Bij het Augustinianum is het de bedoeling om leerlingen het totaal onderzoeksproces te doorlopen zoals zij het zouden ervaren binnen een bedrijf. Het idee is dan ook wel dat het idee maatschappelijk relevant en nieuw moet zijn. Daarom doorlopen de leerlingen alle stappen van het beschrijven van het probleem tot het aanvragen van een patent. Het CLV heeft een alternatief doel met hun leerlingen. Daar is het de bedoeling dat de onderzoeksvaardigheden, zoals het bij wetenschappelijke instituten (universiteiten) plaatsvindt, zo goed als mogelijk ontwikkeld worden. Dit is dan ook de reden waarom de profielen gescheiden blijven hier op school. Immers, een onderzoek in de Franse literatuur of fysica verschilt op vele fronten, waaronder – natuurlijk – de inhoud van de onderwerpen. Door de profielen gescheiden te houden kan er binnen de diverse lessen dieper worden ingegaan op de specificaties van het onderzoek binnen hun eigen profiel.

Hoewel ethische aspecten en het kritisch omgaan met bronnen in beide zojuist genoemde programma's voorkomen, zijn het de meta-onderdelen zoals de invloed die de wetenschappers hebben op de maatschappij en vis versa, die wat minder sterk uit de verf komen. Ook zijn de gekozen onderwerpen vooral gericht op een directe maatschappelijk belang om zodoende de toepasbaarheid van wetenschap voor leerlingen duidelijk te maken, ten koste van algemenere – en volgens sommigen, grotere – vragen die de mens plagen. Vragen die een vorm van kritisch denken behoeven en die niet direct gekoppeld kunnen worden aan een onderzoek waarbij er iets nieuws ontwikkeld wordt. Slechts een klein deel van de bevolking zal zich ooit producent van nieuwe wetenschappelijke kennis noemen, maar allen zijn consumenten van die wetenschappelijke kennis en informatie bij het tot zich nemen van informatie gebaseerd op wetenschappelijk onderzoek of bij het gebruik maken van instrumenten en processen die gekoppeld zijn aan de wetenschappen. Aan de basis van wetenschappelijke educatie zou daarom een streven moeten liggen om jonge mensen te maken tot kritische en beter geïnformeerde burgers en hen een gevoel van welbehagen te doen ervaren dat afkomstig kan zijn van het begrijpen van de antwoorden die de wetenschap heeft gegeven op de grote vragen die de mens stelt. Dit houdt geenszins in dat de behoeften van de minderheid niet belangrijk zijn. Een gedegen kennis van hoe wetenschappelijk onderzoek gedaan wordt en dat zelf te kunnen ervaren, is van nut voor leerlingen die hun heil in onderzoekscentra zullen zoeken en daarmee is het van eminent belang voor de samenleving als geheel. Het punt dat hier naar voren zou moeten komen, is dat er een realistische balans gezocht moet worden tussen het opleiden voor het doen van onderzoek en het opleiden tot kritische burger. De WON-Akademie biedt voor enkele scholen de oplossing waar zij naar zochten. De WON-Akademie streeft reeds enige jaren om wetenschapsoriëntatie op diverse middelbare scholen in stand te houden. Scholen die zijn aangesloten bij de WON-Akademie, kunnen rekenen op professionele ondersteuning en een relatief groot netwerk van leraren die ook diverse methoden met wetenschapsoriëntatie op hun eigen school uitproberen. Deze scholen krijgen terecht het etiket WON-school opgeplakt, waarmee ze aan de rest van de omgeving kunnen laten weten dat zij de rol van onderzoek en de plaats van de

kritische burger in de samenleving hoog in het vaandel houden. Maar dit etiket is ook precies de reden waarom de WON-Akademie niet voor elke school is. Om de deelnemende scholen te laten behoren tot een unieke club, is er een numerus clausus vastgesteld van 50 scholen, waardoor andere scholen geen toegang hebben tot het rijke aanbod waarover de WON-Akademie beschikt.

Onderzoeksvraag 4: Hoe kan een functionerende les wetenschapsoriëntatie bij het vak natuurkunde eruit zien?

Leraren die toch iets willen doen aan wetenschapsoriëntatie op hun school, maar niet aangesloten zijn bij een clustergroep of geen extra lessen en voorzieningen ter beschikking hebben voor een specifieke les, kunnen altijd nog elementen hiervan laten indalen in de reguliere lessen. Om te leren argumenteren en debatteren heb je niet veel meer nodig dan welwillende docenten die daar redelijk mee vertrouwd zijn. Elke school bezit met grote waarschijnlijkheid tenminste één zo een leraar. Zo ook kan een bepaalde context tijdens de natuurwetenschappelijke les zodanig worden gevormd dat de te beantwoorden vraag een maatschappelijke wordt, waarbij wordt gekeken naar de invloed die maatschappij en wetenschapper op elkaar hebben. Een mogelijk context zou uit een krantenartikel, tijdschrift, reclame of praktische overleveringen gehaald worden. Dit zal dwingen tot het gebruik maken van bronnen en de wijze waarop leerlingen ermee omgaan. Kritisch omgaan met bronnen is niet gebonden aan één enkel vak en kan daarom als lesonderdeel in alle profielen terug te vinden zijn. Men moet echter wel af van het idee dat kritisch denken een vaardigheid is die gemakkelijk is aan te leren of te verzorgen. Trachten om kritisch denken te verzorgen zonder enige feitelijke kennis is zinloos, omdat leerlingen in staat moeten zijn om ermee te oefenen door het toe te passen in diverse omstandigheden. Het is een manier van denken die een driejarige succesvol kan toepassen en waarbij een wetenschapper kan falen, omdat het gekoppeld is aan een bepaald kennisdomein en ervaring.

Eindconclusie

De term wetenschapsoriëntatie roept bij heel veel leraren het idee op dat het slechts gaat om het leveren van een gedegen voorbereiding op het vervolgonderwijs. Dat is ook de reden waarom scholen die een dergelijk plan hebben ontwikkeld ter vervanging van ANW, dikwijls het vak uitsluitend ter beschikking stellen van VWO leerlingen, omdat die in het vervolgonderwijs bezig zullen zijn met wetenschappelijk onderzoek. De leerlingen die een goede variant van dit soort onderwijs volgen, zullen dan ook het gereedschap mee krijgen om zich te profileren als geïnformeerd burger. Hoewel geen van de ondervraagde scholen de term ‘wetenschapsoriëntatie’ officieel gebruiken om hun programma aan te duiden, koppelen ze datgeen wat ze op school doen wel met deze term die van oorsprong ook maatschappelijke, filosofische en ethische kanten heeft.

5.2 Discussie

Nu, haast aan het eind van dit verslag, worden de tekortkomingen van dit verslag belicht en worden suggesties gedaan voor onderzoeken die kunnen aansluiten op dit onderzoek.

Onderzoek is een voortdurend proces waarbij het onderzochte wordt bijgesteld en aangevuld. Daarmee wordt direct te kennen gegeven dat geen enkel onderzoek per definitie af kan zijn. Zo ook dit onderzoek. Met dit onderzoek was het de bedoeling dat er op grotere schaal informatie zou zijn gewonnen om zodoende een betere schets van de situatie in Nederland vast te leggen. Dat was dan ook de drijfveer achter de 225 uitgestuurde enquêtes. Gezien de geringe respons op deze formulieren, kon het niet anders dan slechts een beknopt beeld te geven van hetgeen er leeft bij de leraren in het voortgezet onderwijs met betrekking tot wetenschapsoriëntatie. Dit heeft ook gevolgen gehad voor het aantal leraren dat uiteindelijk geïnterviewd kon worden en het aantal schoolprogramma's waartoe ik toegang kon krijgen. Met meer interviews kon een duidelijker beeld gevormd worden van de manier waarop leraren denken en door een groter aantal

schoolprogramma's te onderzoeken, kon er beter in kaart gebracht worden wat er in Nederlandse scholen allemaal plaatsvindt met betrekking tot wetenschapsoriëntatie.

Een uitbreiding van dit onderzoek zou zich kunnen richten op het nagaan of lessen in wetenschapsoriëntatie wellicht invloed hebben op het denken en handelen van leerlingen. Hoewel in vele (westerse) landen een dergelijk programma voor het vormen van geïnformeerde burgers sterk wordt gepromoot door de overheid en het onderwijsveld, zijn er geen onderzoeken bekend waaruit blijkt dat dit type onderwijs heeft geleid tot burgers die beter in staat zijn om 'wetenschappelijk te denken en handelen'. Dit zou mede kunnen komen vanwege het klein percentage van de gemeenschap dat zo een opleiding heeft doorstaan, maar indien zulk onderwijs van invloed is, zou het ook op kleine schaal te meten moeten zijn. Er zou gedacht kunnen worden aan een vervolgonderzoek bij scholen die in dit document genoemd zijn om na te gaan of hun afgestudeerde leerlingen een hogere wetenschappelijke geletterdheid hebben dan hun leeftijdsgenoten op andere scholen. Ook kan worden onderzocht welke effecten hun programma met zich meebrengt voor hun leerlingen tijdens hun carrière in het wetenschappelijk onderwijs.

5.3 Persoonlijke ontwikkeling ten gevolge van dit onderzoek

Mijn eerste kennismaking met wetenschapsoriëntatie kwam in de vorm van lessen die ik moest geven aan alfaleerlingen in het eerste leerjaar van het VWO⁷ in Suriname. De meeste van deze leerlingen hadden twee jaar eerder de keuze gemaakt voor de alfarichting, terwijl een deel daar was, omdat ze voor het VWO-toelatingsexamen niet voldoende punten hadden behaald om een bèta-profiel te mogen volgen. In ieder geval zouden geen van deze leerlingen na dit eerste jaar op het VWO nog iets te maken krijgen met natuurwetenschappen. Het vak dat ik moest verzorgen heette 'Natuurkunde algemeen' en vormde samen met 'Scheikunde algemeen' het verplichte vak 'Natuurwetenschappen'. Dit vak was uitsluitend bedoeld voor de alfaleerlingen en had geen beschreven curriculum, noch een handboek, waardoor leraren op elke school er op hun eigen manier invulling aan gaven. Wat wel elke leraar natuurkunde gemeen leek te hebben, was het idee dat het programma moest bestaan uit natuurkundeonderdelen van de klassen 3 en 4 van de MULO school, omdat de leerlingen die niet zouden hebben gehad vanwege hun keuze om in klas 2 naar de alfarichting te stappen.

Ik deed hieraan de eerste twee jaren mee, totdat het woordje 'algemeen' betekenis voor mij begon te krijgen. Ik heb in dat jaar informatie opgezocht over hoe dit vak aan te passen en ben na dat schooljaar naar Nederland vertrokken om kennis op te doen over (voornamelijk) diverse didactische werkwijzen binnen het vak natuurkunde. Ik maakte op het Sint Bonifasiuscollege in Utrecht kennis met het vak ANW en was voornemens om het geleerde in Suriname toe te passen. Na een jaar tevergeefs trachten om wijzigingen in het programma door te voeren, heb ik afstand genomen van het vak.

Aan de Universiteit Twente kwam wetenschapsoriëntatie weer eens op mijn pad, maar dit keer als een onderzoekdomein onder de naam 'Science for Public Understanding'. Het greep onmiddellijk mijn aandacht, alhoewel ik toentertijd nog dacht dat dit onderwerp enkel ging over het populariseren van wetenschappelijk onderzoek voor het lekenvolk. Na enige documenten erover gelezen te hebben, werd mijn visie erover bijgesteld. Het kostte nog veel meer documenten en enige interviews om uiteindelijk het aspect van 'voorbereiden op het vervolgonderwijs' als doel van wetenschapsoriëntatie te erkennen. Daarvoor was mijn focus vooral nog gericht op de reflectieve kant van de wetenschap. Toen deze tweedeling mij duidelijk werd, vielen een aantal puzzelstukken op hun plaats. Het werd duidelijk waarom van programma's die voornamelijk gericht zijn op het doen van onderzoek zichzelf associëren met wetenschappen. Evenzo werd het begrijpelijk waarom vele leraren onmiddellijk dachten aan voorbereiding op het vervolgonderwijs wanneer de term

⁷ Het VWO in Suriname bestaat alleen uit de klassen 4, 5 en 6 en wordt voorafgegaan door vier jaren van het MULO.

‘wetenschapsoriëntatie’ werd geuit. Ik heb een bijgesteld beeld gekregen van wetenschapsoriëntatie, maar ook van de manier waarop Nederland met onderwijs omgaat. Met name de wijze waarop ANW speelbal van de politiek is geweest, heeft mij doen beseffen dat onderwijs in Nederland, net als in Suriname, wat nare mankementen heeft.

Zoals met al het nieuw geleerde kreeg ik er zin in om wetenschapsoriëntatie ook in Suriname uit te proberen. Alle verandering is lastig, maar met voldoende documentatie en overtuigingskracht dacht mijn positieve zijde iets te kunnen bereiken. Dit idee strandde wederom toen ik op zoek ging naar het effect dat de reflectieve zijde van de wetenschap heeft gehad op hen die daarin zijn opgeleid. De positieve effecten hiervan lijken zich te bevinden in het rijk der beweringen en voorspellingen. Ik heb geen wetenschappelijke bewijzen gevonden dat geïnformeerd burgerschap is toegenomen met het inlichten van de bevolking over de wereld van de (natuur)wetenschappen. Onderzoek gedaan in de Verenigde Staten van Amerika in de jaren 80 laat een achteruitgang zien en recentere documentatie wijst uit op het wegblijven van bewijzen. Het idee van wetenschapsoriëntatie vind ik nog mooi, maar het heeft zijn magie verloren.

5.4 Aanbevelingen

Er zijn, zoals gezien, meerdere mogelijkheden voor het toepassen van wetenschapsoriëntatie binnen het voortgezet onderwijs. In vorige hoofdstukken is ingegaan op wat er allemaal door leraren verstaan wordt onder wetenschapsoriëntatie en welke vaardigheden een leerling allemaal zou moeten bezitten om gerekend te worden tot iemand die klaar is voor het wetenschappelijk onderwijs of kan fungeren als geïnformeerde burger. De meningen zijn daarover divers, maar een ieder is ervan overtuigd dat het voortgezet onderwijs een belangrijke bijdrage kan leveren tot de vorming van leerlingen in beide aspecten. Sommige scholen hebben daar al grote stappen toe gezet, terwijl weer anderen om diverse redenen minder belang hechten aan het reflecterende deel van de natuurwetenschappen binnen het reguliere curriculum toe te voegen. De redenen die worden opgesomd zijn variërend:

1. onwetendheid over de mogelijkheden die er bestaan om wetenschapsoriëntatie toe te passen,
2. te weinig kennis om dergelijke modules effectief toe te passen,
3. het niet inzien van het nut van wetenschapsoriëntatie,
4. tekort aan financiën
5. teleurstelling in de manier waarop er met ANW is omgesprongen.

In dit hoofdstuk is het de bedoeling dat er enige voorstellen worden aangedragen hoe wetenschapsoriëntatie in verschillende instanties realiseerbaar te maken. Er worden eerst aanbevelingen gedaan voor wetenschapsoriëntatie als apart vak in het curriculum, waarna de aanbevelingen zich zullen richten op wetenschapsoriëntatie als onderdeel van andere vakken.

5.4.1 Wetenschapsoriëntatie als apart vak in het curriculum

Indien wetenschapsoriëntatie als apart vak wordt aangeboden, moeten enkele zaken eerst in orde gemaakt worden.

1. De verandering in aanpak en strategieën die dit vak zullen eisen, behoeven ondersteuning van onder andere een lerarenhandboek dat zou kunnen bijdragen bij het verzorgen van dit vak. Dit handboek zou specifieke lesplannen en bronnen kunnen bevatten waar leraren direct mee aan de slag kunnen. Dit zou tevens een digitaal handboek kunnen zijn dat onderdeel uitmaakt van een website (denk aan wikiwijs) waar leraren met elkaar zouden kunnen communiceren over effectieve manieren om in de klas met dit vak bezig te zijn. Docent ontwikkel teams (DOT) lenen zich ook opmerkelijk goed voor dit soort vernieuwingen. Helaas wordt er nog onvoldoende gebruik gemaakt van deze gelegenheid en is de optie van een DOT nog niet overal in Nederland te vinden.
2. Leraren hebben meer richtlijnen nodig over hoe vaardigheden zoals lezen, schrijven en effectief argumenteren bij leerlingen te ontwikkelen. Argumentatie vaardigheden zijn

- onontbeerlijk voor dit vak en zou een prioriteit moeten genieten. Leraren zouden moeten leren hoe effectieve argumenten te ontwikkelen, construeren en communiceren en daarnaast die te evalueren. Hoewel er wel degelijk leraren zullen zijn die werkvormen als groepsdiscussies heel goed zelfstandig zouden kunnen begeleiden, zullen er ook velen zijn die er baat bij zullen hebben om met professionals te werken en zodoende van hen te leren.
3. Leraren hebben nood aan bijscholing om hun kennis te laten aansluiten bij de doelstellingen van het vak. De bijscholing zou voornamelijk zijn op de gebieden ethiek, moderne zienswijze van gevaren en kennis over de natuurwetenschappen.
 4. Meer expliciete begeleiding bij het herkennen van valsheden of onvolkomenheden in media berichtgeving of wetenschappelijke rapportages voor docenten zal nodig blijken indien van hen vereist wordt dat zij een kritische blik hanteren en die sceptische manier van denken aan hun leerlingen bijbrengen. Hoewel docenten dikwijls overtuigd zijn van hun eigen kritische blik en zelf nog veel geloof hechten aan de kritische blik van hun collega's vallen zij dikwijls in dezelfde vallen als alle andere mensen. Onderwerpen waarover men niet erg bekend is of die dicht bij het hart liggen om welke reden dan ook, roepen vooroordelen op die elke vorm van kritisch nadenken uit de weg gaan.
 5. Het vak zou activiteiten moeten inhouden die bijdragen aan de doelstellingen van het vak. Leerlingen meer werk geven of meer werk dat niet bijdraagt tot het bereiken van de doelstellingen, heeft geen zin. De activiteiten zouden nauw moeten aansluiten bij de lessen zelf en complementair daaraan zijn. Het nut van de opdrachten moet voor alle betrokken partijen duidelijk zijn, opdat de acceptatie van het vak met minder stoten verloopt.
 6. Maak het uitdagend. Een veel gehoorde klacht omtrent het vak ANW was dat de bèta-leerlingen zich niet uitgedaagd voelden bij de ANW lessen. Een belangrijke oorzaak hiervoor kan zijn geweest dat zowel alfa, bèta als gamma leerlingen hetzelfde programma moesten volgen, waarbij er natuurwetenschappelijk kennis nodig, geëist en aangeleerd werd. Om het vak leerbaar te houden voor de alfa en gamma leerlingen en hen tevens voldoende kennis bij te brengen, moesten de natuurwetenschappelijke onderwerpen minder diepgaand, maar wel in voldoende mate aanwezig zijn in het curriculum. Wetenschapsoriëntatie is geen NLT. Het ligt niet in de bedoeling om expliciet diepgang te kweken in het curriculum, maar de bèta leerlingen moeten toch uitgedaagd blijven door toepassingen aan te bieden die voor hen relevant, nuttig en bekend zijn.
 7. Houd het relevant. Als wetenschapsoriëntatie de richting opgaat van natuurwetenschappen light of volgens anderen natuurwetenschappen plus, dan krijgen leerlingen terecht de indruk dat het vak uitsluitend bedoeld is voor het vervolg onderwijs en er zal dan ook zodanig naar gehandeld worden. Ideaal zou zijn indien leerlingen leren over hetgeen ze tijdens de profiel vakken geleerd hebben.
 - a. Welke directe toepassingen zijn er voor hetgeen geleerd is?
 - b. wat kan ik er later mee?
 - c. welke ethische aspecten gaan er hiermee gepaard?

Deze en andere vragen kunnen dan in het nieuwe curriculum gehanteerd worden. Bij de behandeling van de onderwerpen passeren elk van de doelstellingen de revue. Uiteraard is het ook voor alfa en gamma leerlingen van belang om enige kennis op te doen van de natuurwetenschappen, omdat kennis over iets geen zin heeft als je er geen kennis van hebt.
 8. De doelstellingen van het vak moeten voor iedereen duidelijk zijn en, meer nog, door het lerarenkorps als nuttig en relevant gezien worden. Zolang een ieder een eigen interpretatie heeft van wat wetenschapsoriëntatie is en als gevolg een eigen waarde (of juist niet) eraan hecht, zullen er strubbelingen blijven bestaan binnen het onderwijs hieromtrent.
 9. De toetsen moeten de doelstellingen van het vak reflecteren. Het heeft weinig zin om leerlingen allerlei vaardigheden aan te leren en dan tijdens de toetsen uitsluitend in te gaan op kennis.
 10. De mogelijkheid om tijdens de les op internet te kunnen gaan, zou sommige lessen gemakkelijker doen verlopen. Door internet ter beschikking te hebben, worden leerlingen in

contact gebracht met een grote hoeveelheid bronnen die dan weer op hun waarde getoetst kunnen worden.

11. Laboratoria zijn geen vereiste voor de invoering van dit vak. Laboratoria en natuurwetenschappelijk onderzoek doen hebben zeker hun plaats binnen het onderwijs, maar door ze zo impliciet toe te voegen aan dit curriculum, roept het verwachtingen op bij leerlingen over didactische werkvormen en hun eigen houding.
12. Samenwerking tussen de diverse disciplines zou helpen om te voorkomen dat er veel dubbel gedaan wordt binnen de verschillende lessen en kan zodoende helpen om een mogelijke tijdsdruk te verkleinen. Er is een aantal scholen waar er bij de diverse natuurwetenschappen en wiskunde onderzoek plaatsvindt, maar qua overleg gebeurt er niet zoveel, waardoor de secties niet goed op de hoogte zijn van elkaars activiteiten op dit gebied. Gezien de haast identieke beschrijving van de eindtermen van onderzoek in het examenprogramma, ligt het voor de hand dat vooral een samenwerking tussen deze vakken ideaal is.

5.4.2 Wetenschapsoriëntatie geïntegreerd in andere vakken

Een andere – en misschien wel idealistischere – optie, is om wetenschapsoriëntatie te doen landen binnen de mono-vakken. Zodoende vallen vele van de voorwaarden, die gepaard gaan met het introduceren van een apart vak, uit en zien leerlingen de meerwaarde van hetgeen ze leren direct in. Er hoeft geen extra afstemming tussen leraren of precies passende samenwerking tussen vakken te pas te komen. Leerlingen krijgen dan ook niet het idee dat het hier gaat om twee manieren van kijken naar de wetenschappen, maar dat beide aspecten – het leren van en het leren over – cruciale onderdelen zijn en niet los van elkaar staan in de praktijk. Ze zouden precies om de laatst genoemde reden ook niet apart aangeboden moeten worden. Door maar één van beide aan te bieden of de vakken apart van elkaar aan bod te laten komen, kunnen bij leerlingen misconcepten ontstaan over wat het betekent om met wetenschap bezig te zijn. De kunst is altijd weer om voldoende ruimte te vinden binnen het vigerende programma en daar gebruik van te maken. Dit laatste zal op vele scholen een probleem vormen. Het is daarom des te meer niet aan te raden om het vak als apart onderdeel voor te laten komen in het reguliere programma, maar als integraal geheel. Om leraren de nodige steun te bieden zou er binnen de leermethoden onderdelen geplaatst kunnen worden die bijdragen tot het reflecteren over de wetenschappen. Het zal dikwijls oproepen tot het toepassen van minder conventionele werkvormen, maar met voldoende training en ondersteuning zou het leraren met gemak moeten lukken. Hieronder staat een voorstel waar de zes eerder genoemde punten in relatie tot domein A5 tot-en-met A9 aanbod kunnen komen.

- (1) Data en diens limitatie
- (2) Correlatie en gevolg
- (3) Verklaringen ontwikkelen
- (4) De wetenschappelijke gemeenschap
- (5) Risico
- (6) Het maken van besluiten omtrent wetenschap en technologie

Kernonderdeel		(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
Eindterm	(A5) Onderzoeken	x	x	x		x	
	(A6) Ontwerpen	x	x		x	x	
	(A7) Modelvorming	x	x	x		x	x
	(A8) Natuurwetenschappelijk instrumentarium	x				x	x
	(A9) Waarderen en oordelen	x		x	x	x	x

Hoewel de bovengenoemde domeinen vooral bedoeld zijn voor bèta-leerlingen, zouden binnen dit voorstel ook de alfa- en gamma- leerlingen kunnen worden meegenomen. Immers, het is niet haalbaar om doordacht te oordelen over fenomenen de natuurwetenschap aangaande, zonder

kennis te beschikken van dat gebied. Deze leerlingen zouden uiteraard niet de natuurwetenschappen van de bèta-leerlingen volgen, maar voldoende geschoold worden in die vakken door binnen een aanvullend vak onderwerpen ter sprake te doen komen die direct relateren aan hetgeen ze zelf in hun profielvakken hebben gehad. Bijvoorbeeld:

1. Als bij de aardrijkskunde les gepraat wordt over de opbouw van de aarde, is het misschien aan te raden om ook te praten over het ontstaan van magnetische velden, verschil in dichtheden of de relatie tussen druk en temperatuur.
2. Indien bij de economie les investeren in productie aan bod komt, kan het ruimtevaart programma worden geïntegreerd als voorbeeld van onverwachte voordelen (in de vorm van ontdekkingen) die zo een programma met zich meebrengt en waarom het economisch verantwoord is om zelf in tijden van crisis daarin te investeren.
3. Komt bij geschiedenis de pest aan de orde, dan kunnen de vele biomedische ontwikkelingen die na die tijd hebben plaatsgevonden ook aan de orde komen. Tijdens zo een les kunnen leerlingen bijvoorbeeld nagaan op welke manier een uitbraak van een nieuwe ziekte wordt:
 - Onderzocht
 - Tegengegaan
 - Voorkomen

De invloed van vaccinaties op de bevolking en het rigoureuze onderzoeksproces naar de risico's van medicatie en de zoektocht naar nieuwe medicijnen, kunnen ook onderdelen van de les vormen.

Ook voor de bèta-leerlingen is enige historie, economisch handelen en geografie belangrijk, omdat deze vakken het natuurwetenschappelijk gebeuren een menselijk kader geven.

Natuurwetenschappelijke ontdekkingen die plaats vinden en waar de samenleving niets mee te maken krijgt, hebben namelijk geen nut. Ook wordt de term 'risico' hiermee ruimer, omdat niet alleen gezondheidsrisico's van nut zijn bij wetenschappelijk onderzoek, maar ook economische en sociale. Uiteindelijk hebben alle leerlingen er baat bij indien de verschillende profielen gezamenlijk aan onderzoek doen en de verschillende zijden van het onderzoek aanhalen. Dit zou dan slechts de eerste stap zijn tot het komen tot een meer contextueel onderwijs waarbij de leefwereld van leerlingen in de klas wordt gebracht. Pas wanneer leerlingen het nut van het onderwijs in hun dagelijkse praktijk kunnen toepassen en onderzoeken, kan men het pas hebben over relevant onderwijs waarbij leerlingen kritisch worden gemaakt voor de samenleving.

6 BRONNEN

- Bell, R. L., Blair, L. M., Crawford, B. A., & Lederman, N. G. (2003). *Just do it? Impact of a science apprenticeship program on high school students' understandings of the nature of science and scientific inquiry*. *Journal of Research in Science Teaching*, 40(5), 487-509.
- Bevins, S. & Price, G. (2016). *Reconceptualising inquiry in science education*. *International Journal of Science Education*, 38:1, 17-29, DOI: 10.1080/09500693.2015.1124300
- Blok, H., Oostdam, R., Peetsma, T. (2007). *Het nieuwe leren in het basisonderwijs; een begripsanalyse en een verkenning van de schoolpraktijk*. SCO-Kohnstamm Instituut .
- Boerwinkel, D. J., Veugelers, W., & Waarlo, A. J. (2010). *Burgerschapsvorming, duurzaamheid en natuurwetenschappelijk onderwijs*. *Pedagogiek*, 29(2), 155-172.
- Central Association for Science and Mathematics Teachers. (1907). *A consideration of the principles that should determine the courses in biology in secondary schools*. *School Science and Mathematics*, 7, 241–247.
- de Jong, O., Savelsbergh, E. R., & Alblas, A. (2001). *Teaching for Scientific Literacy: Context, Competency, and Curriculum*. Proceedings of the International Utrecht/ICASE Symposium (2nd, October 11-13, 2000). Utrecht University, Centre for Science and Mathematics Education, PO Box 80000m 3508 TA Utrecht, The Netherlands.
- Driver, R., Leach, J., & Millar, R. (1996). *Young people's images of science*. McGraw-Hill Education (UK).
- Fensham, P. (2008). *Science education policy-making*. Eleven Emerging Issues.
- Geurts, J. & Meijers, F. (2003). *Kiezen voor aantrekkelijker bèta/techniek*. Aanbevelingen voor vernieuwingen natuurwetenschappelijk onderwijs.
- Gregory, J., & Miller, S. (2000). *Science in public*. Basic Books.
- KNAW (2015). *W van vwo: plezier in het stellen van vragen*. Journalistiek verslag van de conferentie w van vwo op 19 november 2015. Amsterdam, KNAW.
- Lederman, N. G. (1986). *Students' and teachers' understanding of the nature of science: A reassessment*. *School Science and Mathematics*, 86(2), 91-99.
- Lederman, N. G. (1992). *Students' and teachers' conceptions of the nature of science: A review of the research*. *Journal of research in science teaching*, 29(4), 331-359.
- Lederman, N. G., & Zeidler, D. L. (1987). *Science teachers' conceptions of the nature of science: Do they really influence teaching behavior?*. *Science Education*, 71(5), 721-734.
- Millar, R. (2006). *Twenty first century science: Insights from the design and implementation of a scientific literacy approach in school science*. *International Journal of Science Education*, 28(13), 1499-1521.

Millar, R., Osborne, J., & Nott, M. (1998). *Science education for the future. School Science Review*, 80(291), 19-24.

Ministerie van Economische Zaken en Platform Bèta Techniek (2016), *Monitor Techniekpact 2016*

Paulij, W. (2015), *Brochure Het Beste Idee 2015-2016*. Augustinianum

Pieters, M., Resink, F. (2014). *Vorbereidend wetenschappelijk. SLO*

Platform Onderwijs2032 (2016). Den Haag.

Rutherford, F. J., & Ahlgren, A. (1991). *Science for all Americans*. Oxford university press.

Ryder, J. (2002). *School science education for citizenship: strategies for teaching about the epistemology of science*. *Journal of Curriculum Studies*, 34(6), 637-658.

Sinkeldam, R. (1998). *Handleiding profielwerkstuk: tweede fase havo/vwo*. Cito.

Weert van Ch. (2015). *Visie op het bèta-curriculum*. Stichting Innovatie Onderwijs in Bètawetenschappen en Technologie.

BIJLAGE 1: EXAMENPROGRAMMA NATUURKUNDE VWO VANAF 2016

De examenstof

Domein A: Vaardigheden Algemene vaardigheden (profieloverstijgend niveau)

Subdomein A1: Informatievaardigheden gebruiken

1. De kandidaat kan doelgericht informatie zoeken, beoordelen, selecteren en verwerken.

Subdomein A2: Communiceren

2. De kandidaat kan adequaat schriftelijk, mondeling en digitaal in het publieke domein communiceren over onderwerpen uit het desbetreffende vakgebied.

Subdomein A3: Reflecteren op leren

3. De kandidaat kan bij het verwerven van vakkennis en vakvaardigheden reflecteren op eigen belangstelling, motivatie en leerproces.

Subdomein A4: Studie en beroep

4. De kandidaat kan aangeven op welke wijze natuurwetenschappelijke kennis in studie en beroep wordt gebruikt en kan mede op basis daarvan zijn belangstelling voor studies en beroepen onder woorden brengen. Natuurwetenschappelijke, wiskundige en technische vaardigheden (bètaprofielniveau)

Subdomein A5: Onderzoeken

5. De kandidaat kan in contexten vraagstellingen analyseren, gebruik makend van relevante begrippen en theorie, vertalen in een vakspecifiek onderzoek, dat onderzoek uitvoeren, en uit de onderzoeksresultaten conclusies trekken. De kandidaat maakt daarbij gebruik van consistente redeneringen en relevante rekenkundige en wiskundige vaardigheden.

Subdomein A6: Ontwerpen

6. De kandidaat kan in contexten op basis van een gesteld probleem een technisch ontwerp voorbereiden, uitvoeren, testen en evalueren en daarbij relevante begrippen, theorie en vaardigheden en valide en consistente redeneringen hanteren.

Subdomein A7: Modelvorming

7. De kandidaat kan in contexten een relevant probleem analyseren, inperken tot een hanteerbaar probleem, vertalen naar een model, modeluitkomsten genereren en interpreteren, en het model toetsen en beoordelen. De kandidaat maakt daarbij gebruik van consistente redeneringen en relevante rekenkundige en wiskundige vaardigheden.

Subdomein A8: Natuurwetenschappelijk instrumentarium

8. De kandidaat kan in contexten een voor de natuurwetenschappen relevant instrumentarium hanteren, waar nodig met aandacht voor risico's en veiligheid; daarbij gaat het om instrumenten voor dataverzameling en – Examenprogramma natuurkunde vwo vanaf CE 2016 3 bewerking, vaktaal, vakconventies, symbolen, formuletaal en rekenkundige bewerkingen.

Subdomein A9: Waarderen en oordelen

9. De kandidaat kan in contexten een beargumenteerd oordeel geven over een situatie in de natuur of een technische toepassing, en daarin onderscheid maken tussen wetenschappelijke argumenten, normatieve maatschappelijke overwegingen en persoonlijke opvattingen. Natuurkunde - specifieke vaardigheden

Subdomein A10: Kennisontwikkeling en -toepassing

10. De kandidaat kan in contexten analyseren op welke wijze natuurkundige en technologische kennis wordt ontwikkeld en toegepast.

Subdomein A11: Technisch-instrumentele vaardigheden

11. De kandidaat kan op een verantwoorde wijze omgaan met voor de natuurkunde relevante materialen, instrumenten, apparaten en ICTtoepassingen.

Subdomein A12: Rekenkundige en wiskundige vaardigheden

12. De kandidaat kan een aantal voor de natuurkunde relevante rekenkundige en wiskundige vaardigheden correct en geroutineerd toepassen bij voor de natuurkunde specifieke probleemsituaties.

Subdomein A13: Vaktaal

13. De kandidaat kan de specifieke vaktaal en vakterminologie interpreteren en produceren, waaronder formuletaal, conventies en notaties.

Subdomein A14: Vakspecifiek gebruik van de computer

14. De kandidaat kan de computer gebruiken bij modelleren en visualiseren van verschijnselen en processen, en voor het verwerken van gegevens.

Subdomein A15: Kwantificeren en interpreteren

15. De kandidaat kan fysische grootheden kwantificeren en mathematische uitdrukkingen in verband brengen met relaties tussen fysische begrippen.

BIJLAGE 2: ENQUÊTE VOOR BÈTA-LERAREN BINNEN HET VOORTGEZET ONDERWIJS

1. Welk vak verzorgt u? (Meerdere antwoorden zijn mogelijk)

Biologie Natuurkunde Scheikunde NLT ANW

Klik hier als u tekst wilt invoeren.

2. Hoe lang duurt een lesuur bij u op school?

45 min 50 min 55 min 60 min Klik hier als u tekst wilt invoeren.

3. Hoeveel lessen wordt uw hoofdvak per week verzorgd?

1 2 3 4 5 Klik hier als u tekst wilt invoeren.

4. Hoeveel invloed hebt u op:

	Geen	Weinig	Redelijk	Veel
• het aantal uren dat u het vak verzorgd	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
• hoeveel geld er wordt vrijgemaakt voor uw vak	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
• hetgeen waaraan het voor uw vak bestemde geld wordt besteed	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

5. Hoe vaak komt de sectie gemiddeld bijeen voor overleg bij uw hoofdvak?

Elke dag 2 keer per week Elke week 2 keer per maand Elke maand

Na elke toetsronde Elk kwartaal Enkele keren per jaar Nooit

6. Hoe goed is de samenwerking tussen u en docenten van andere wetenschapsdisciplines?

Ik ken ze niet Slecht We hebben weleens overleg

Er is een goede samenwerking met veel overleg We doen alles samen

7. Geef cijfers aan de volgende eindtermen gebaseerd op het belang dat u eraan hecht.

	0	1	2	3
• Procedures en betrouwbaarheid van wetenschappelijke methoden	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
• Beweegredenen van een wetenschapper	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
• Het kiezen van een bepaald antwoord boven een ander	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
• De invloed van wetenschappelijke ontdekkingen op de maatschappij	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
• De toepassing van natuurwetenschappelijke kennis op het productieproces	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
• De beperkingen van wetenschappelijke antwoorden	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
• De invloed van de maatschappij op wetenschappers	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

8. Hebt u ooit les gegeven in het vak ANW?

Ja Nee

9. In welke hoedanigheid komt wetenschapsoriëntatie (ANW of een soortgelijk vak) nog voor bij u op school?

Het komt helemaal niet voor Slechts de niet-bèta leerlingen hebben het in hun pakket

Slechts de bèta leerlingen hebben het in hun pakket Het is een bèta-keuzevak

Het is een niet-bèta keuzevak Het is opgenomen in een ander overkoepelend vak

De ideeën zijn opgenomen in de mono-vakken ANW wordt nog steeds verzorgd

10. Met welke van de onderstaande meningen komt uw visie over wetenschapsoriëntatie het meest overeen?

- Is er iets belangrijker? Leerlingen moeten er wat van af weten
 Zolang het niet uit de hand loopt Geef liever meer uren aan de mono-vakken
 Dit onderdeel had veel eerder uit het curriculum gehaald moeten worden

11. Welke (ANW) onderdelen komen terug in het curriculum bij u op school?
(Meerdere antwoorden zijn mogelijk)

- Procedures en betrouwbaarheid van wetenschappelijke methoden
- Beweegredenen van een wetenschapper
- Het kiezen van een bepaald antwoord boven een ander
- De invloed van wetenschappelijke ontdekkingen op de maatschappij
- De toepassing van natuurwetenschappelijke kennis op het productieproces
- De beperkingen van wetenschappelijke antwoorden
- De invloed van de maatschappij op wetenschappers

12. Hoe worden de ANW onderdelen op school geëvalueerd? (Meerdere antwoorden zijn mogelijk)

- In de vorm van schriftelijke toetsen
- In de vorm van discussies
- In de vorm van leerlingenpresentaties
- In de vorm van werkstukken
- Ze worden niet geëvalueerd
- Geen van de onderdelen komen voor bij ons op school
- [Klik hier als u tekst wilt invoeren.](#)

13. Tussen welke disciplines bij u op school is er een samenwerking voor het vak ANW?

- Biologie Natuurkunde Scheikunde [Klik hier als u tekst wilt invoeren.](#)

14. Wat is uw mening over de onderstaande uitspraken?

Hierbij is 0 volkomen oneens en 3 volkomen eens.

- | | 0 | 1 | 2 | 3 |
|--|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| • Wetenschap is voornamelijk een abstract onderwerp | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| • Wetenschap is voornamelijk een formele manier om de reële wereld te representeren | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| • Wetenschap is voornamelijk een praktische en gestructureerde gids om realistische situaties te adresseren | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| • Sommige leerlingen hebben natuurlijk talent voor wetenschap en anderen niet | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| • Het is belangrijk voor leraren om aan leerlingen een voorgeschreven stappenplan te geven m.b.t. het doen van wetenschappelijke experimenten | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| • Concentreren op regels is geen goed idee, omdat het bij leerlingen de indruk wekt dat de natuurwetenschappen een serie aan procedures zijn die onthouden moeten worden | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| • Indien leerlingen in discussie geraken over ideeën of procedures binnen de wetenschappen, kan het hun leerproces verstoren | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| • Leerlingen zien een wetenschappelijke opdracht op dezelfde manier ook al is het op twee verschillende manieren gerepresenteerd (plaatje, concreet materiaal, symbolen, etc.) | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

15. Hoe gekwalificeerd voelt u zich om in de volgende onderwerpen les te verzorgen?
Hierbij is 0 helemaal niet en 3 heel goed.

	0	1	2	3
• Aardwetenschappen; de eigenschappen van de aarde en fysische processen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
• Aardwetenschappen; het zonnestelsel en het universum	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
• biologie; vorm en functie van het menselijk biologisch systeem	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
• biologie; diversiteit, structuur en processen van planten en dierlijk leven	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
• chemie; classificatie en structuur van materie	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
• chemie; chemische reactiviteit en transformaties	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
• fysica; soorten energie, energiebronnen en omzettingen van energie	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
• fysica; de bouw van atomen en verval van kernen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
• Kwesties rondom het milieu en energiebronnen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
• wetenschappelijke methode en betrouwbaarheid van bronnen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

16. Wat is de hoogste opleiding die u hebt genoten?

- Bachelor HBO
 Master HBO
 Bachelor WO
 Master WO
 Klik hier als u tekst wilt invoeren.

17. Aan het einde van dit schooljaar, hoeveel jaren zult u les hebben gegeven?

- Minder dan 3 jaren
 Tussen 3 en 7 jaren
 Tussen 7 en 12 jaren
 Meer dan 12 jaren

18. In welk(e) vak(ken) ben u bevoegd om les te geven?

- Biologie
 Natuurkunde
 Scheikunde
 Klik hier als u tekst wilt invoeren.

19. Hoeveel leerlingen hebt u gemiddeld in de klas?

- Minder dan 15
 Tussen 15 en 22
 Tussen 22 en 30
 Meer dan 30

20. Hoe moeilijk is het om computers voor leerlingen ter beschikking te hebben tijdens de les?

Hierbij is 3 heel gemakkelijk en 0 onmogelijk.

- 0
 1
 2
 3

21. Hoe vaak vraagt u leerlingen tijdens de reguliere lessen om het volgende te doen?

Hierbij is 0 helemaal niet en 3 heel vaak.

	0	1	2	3
• De reden achter een bepaald idee te verklaren	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
• Met behulp van tabellen, grafieken en diagrammen relaties te analyseren en representeren	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
• Werken aan problemen waarvoor er geen onmiddellijke of duidelijke methode voor een oplossing aanwezig is	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
• Computers te gebruiken om opgaven of problemen op te lossen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
• Verklaringen schrijven om uit te leggen wat werd geobserveerd en waarom het is gebeurd	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
• Gebeurtenissen of objecten in volgorde plaatsen en een redenering geven voor die volgorde	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

22. Geef aan hoe vaak u leerlingen laat werken middels de onderstaande werkvormen.
Hierbij is 0 helemaal niet en 3 heel vaak.

	0	1	2	3
• Leerlingen zelfstandig laten werken zonder tussenkomst van de leraar	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
• Zelfstandig werken met hulp van de leraar	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
• De klas samen laten werken met de leraar die voorin de klas assisteert	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
• De klas samen laten werken waarbij de leerlingen op elkaar reageren	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
• In paren of kleine groepen laten werken zonder tussenkomst van de leraar	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
• In paren of kleine groepen laten werken met hulp van de leraar	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

23. Indien u huiswerk meegeeft aan de leerlingen, hoeveel minuten zou het de gemiddelde leerling per week kosten om het huiswerk af te ronden?

- Ik geef geen huiswerk Minder dan een uur Tussen één en twee uren
 Tussen twee en drie uren Meer dan drie uren

24. Indien u huiswerk aan de leerlingen meegeeft hoe vaak bestaat het huiswerk uit de volgende taken?
Hierbij is 0 helemaal niet en 3 heel vaak.

	0	1	2	3
• Het invullen van werkbladen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
• Het oplossen van opgaven uit het boek	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
• Het lezen van het leerboek of aanvullend materiaal	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
• Het neerpennen van definities of andere korte schrijf opdrachten	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
• Kort onderzoek of het verzamelen van data	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
• Individueel werken aan lange termijn projecten of experimenten	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
• In paren of kleine groepen werken aan lange termijn projecten of experimenten	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
• Het zoeken naar nut voor de behandelde leerstof	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
• Het voorbereiden van mondelinge presentaties in een kleine groep of individueel	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
• Het bijhouden van een journaal	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

BIJLAGE 3: INTERVIEWLEIDRAAD

Het interview met de leraren start met een korte toelichting op het doel ervan. Hiernaar wordt anonimiteit gegarandeerd en wordt hen ervan verwittigd dat zij op elk moment mogen stoppen met het interview indien het hen niet behaagt.

Het interview

A. Kennis en visie over wetenschapsoriëntatie:

1. Weet u wat WO is?
2. Wat is volgens u de meerwaarde van WO?
3. Welke van de ANW onderwerpen ziet u graag terugkeren?
 - Procedures en betrouwbaarheid van wetenschappelijke methoden
 - Beweegredenen van een wetenschapper
 - Het kiezen van een bepaald antwoord boven een ander
 - De invloed van wetenschappelijke ontdekkingen op de maatschappij
 - De toepassing van natuurwetenschappelijke kennis op het productieproces
 - De beperkingen van wetenschappelijke antwoorden
 - De invloed van de maatschappij op wetenschappers

B. Mening over wetenschapsoriëntatie op school:

4. Hoe denkt u zelf over WO als vak op school?
5. Wat is volgens u de status quo van WO in het Nederlands voortgezet onderwijs?
6. Wie zouden idealiter WO op school moeten krijgen?
7. Welke didactische werkvormen komen idealiter aanbod tijdens een les WO?
8. Wat voor uitrusting moet een school volgens u hebben om goede lessen WO te verzorgen?
9. Welke hindernissen zouden leraren volgens u kunnen ondervinden bij het (willen) verzorgen van WO?

C. Algemene zienswijze bij wetenschappelijk onderwijs en geïnformeerd burgerschap:

10. Wanneer is iemand goed voorbereid op het wetenschappelijk onderwijs?
11. Wanneer is iemand een goed geïnformeerde burger?