

PERCEPTIE OP SAMENWERKING TUSSEN DE SECTIES BIOLOGIE EN SCHEIKUNDE IN DE BOVENBOUW VAN HET VWO

PGO-onderzoek IVLOS, Universiteit Utrecht, december 2010

Samenvatting

Uit recent onderzoek is gebleken dat er veel samenhang zit in de curricula van biologie en scheikunde. Onderzocht is wat de perceptie van docenten scheikunde en biologie is op hun samenwerking tussen de twee secties. Docenten scheikunde en biologie in de bovenbouw VWO zeggen een redelijke mate van samenwerking te ervaren. Beide groepen blijken vooral een hoge perceptie te hebben van het maken van onderlinge afspraken. Opvallend is dat biologen een matig significant grotere mate van overleg ervaren dan scheikundigen. Een oorzaak hiervoor kan liggen in het feit dat biologen meer afhankelijk zijn van scheikundekennis binnen hun vak, dan scheikundigen van biologische kennis. Deze resultaten zijn echter niet statistisch onderbouwd, omdat de onderzoeksgroep te klein is voor een statistische analyse. Dit werk moet dan ook gezien worden als een vooronderzoek. De resultaten zijn verkregen via een vragenlijst op de Likertschaal, welke betrouwbaar gevonden is via de Cronbachs alfa toets.

Cazimir ten Brink	(docent scheikunde, Arentheem college, Arnhem)
Aart Gieske	(docent scheikunde, Joke Smit college, Amsterdam)
Els Pelzer	(docent biologie, BC Broekhin, Roermond)
Bram Winkelman	(docent biologie, Eerst Christelijk Lyceum, Haarlem)

Inleiding

Traditioneel gezien zijn middelbare scholen de plaats waar adolescenten worden voorbereid op deelname aan de maatschappij. Deze maatschappij is geen statische moloch, maar een dynamische, altijd veranderende omgeving. Om de leerlingen daar goed op voor te bereiden, is het zaak dat het onderwijs daar continue op in blijft spelen. Leerlingen zullen dan beter voorbereid in het hoger onderwijs terecht komen.

Op het raakvlak van scheikunde en biologie, de biochemie, is er de afgelopen decennia in de wetenschap een groot aantal ontwikkelingen geweest die grote impact hebben gehad op de maatschappij. De wetenschappelijke stromingen van de moleculaire biologie en de biochemie zijn niet meer weg te denken uit het hedendaags onderzoek. De voorspellingen zijn dat de biochemie een almaar groter wordende rol gaat spelen in de wereld.

Als het middelbaar onderwijs de voorbereidende taak voor het wetenschappelijk onderwijs wil volbrengen, zal er met name in de VWO bovenbouw meer aandacht aan biochemie besteed moeten worden. De ontwikkelingen op het vlak van biochemie moeten zich manifesteren in de lesstof op de middelbare scholen. Om de lesstof aan te passen aan de vorderingen in de wetenschap zullen docenten zich moeten inspannen om actief de samenhang tussen biologie en scheikunde op te zoeken. Er zal dus effectief samengewerkt moeten worden door docenten om samenhang te bereiken.

Uit onderzoek is gebleken dat samenwerking tussen docenten tot een verbetering van de kennisoverdracht naar leerlingen leidt (Little, 1982; Reynolds & Cuttance, 1992). Niet alleen leerlingen profiteren van sectie-overstijgende samenwerking, ook de docenten hebben hier baat bij. Zo blijkt dat samenwerking leidt tot een betere professionele ontwikkeling van de docent (Clement et. al., 1994) en zorgt voor een groter vertrouwen in het eigen kunnen (Rosenholtz, 1985; Johnson & Johnson, 1987).

Samenwerking tussen de secties scheikunde en biologie geeft nog andere voordelen.

Door samenwerking tussen de secties is het mogelijk om leerlingen multidisciplinaire lesstof aan te bieden. Dit kan door leerlingen bijvoorbeeld een geïntegreerde context te geven, waarin beide vakdisciplines aan bod komen.

Daarnaast is het belangrijk om een consequente formulering en hantering van vakgerelateerde concepten af te spreken. Ook over de volgorde en aansluiting van lesstof binnen beide vakken kunnen afspraken gemaakt worden.

Als laatste kunnen onderzoeksvaardigheden die horen bij beide bètavakken via een gezamenlijke aanpak aangeleerd worden.

Vooralsnog is het onduidelijk tot op welke hoogte er wordt samengewerkt tussen de secties scheikunde en biologie in het middelbaar onderwijs. Er is wel onderzoek gedaan naar samenwerking tussen docenten binnen dezelfde vaksectie. Uit een van deze onderzoeken (van Wessum, 1996), bleek dat samenwerking bestaat uit de combinatie van drie verschillende vlakken, namelijk 'vorm', 'inhoud' en 'wijze'. Binnen elk vlak kan er vervolgens weer een onderverdeling gemaakt worden.

De *vorm* van samenwerking kan worden onderverdeeld in overleg, afspraken, advisering en gezamenlijk werk. *Inhoud* verdeelt men onder in vakinhoud, didactiek en toetsing. *Wijze* tenslotte kan plaatsvinden op formele, dan wel informele voet.

In dit onderzoek, wordt gekeken naar de perceptie van scheikunde- en biologie-docenten uit de VWO bovenbouw op samenwerking tussen beide secties. Dit onderzoek wordt benaderd volgens een ingekorte versie van de samenwerkingsvlakken van Van Wessum (1996).

Onze perceptie van de samenwerking tussen beide secties is dat er op de scholen waar we les geven, nauwelijks samenwerking plaats vindt. We verwachten dan ook dat de uitslag van het onderzoek zal laten zien dat er geen of weinig samenwerking wordt ervaren tussen de secties.

Om het belang van samenwerking tussen verschillende secties te onderstrepen, zal in de volgende paragraaf nogmaals uitgebreid het theoretisch kader worden besproken. Vervolgens zullen de onderzoeksvraag en hypothese worden toegelicht. In de daarop volgende paragrafen zijn de onderzoeksmethode en de resultaten te vinden.

Tenslotte zal er aandacht besteed worden aan de conclusie en discussie inclusief aanbeveling voor eventuele vervolgonderzoeken.

Theoretisch kader

Integratie van de beta-vakken kan het best benaderd worden vanuit het perspectief van samenhang tussen de curricula (Geraedts et al., 2006). Deze integratie kan in principe op verschillende manieren worden gerealiseerd, namelijk door middel van: de realisering van een combinatie-vak waarin de curricula van de verschillende monovakken worden geïntegreerd, de coördinatie tussen de verschillende curricula van de monovakken en het opzetten van een tijdelijk project (Geraedts et. al., 2006). In het kader van dit onderzoek wordt gekeken naar de coördinatie tussen de verschillende curricula van de monovakken en worden de andere vormen van integratie van betavakken buiten beschouwing gehouden.

In opdracht van het ministerie van OC&W is door een commissie van natuurwetenschappers onderzoek gedaan naar de samenhang in het natuurwetenschappelijk onderwijs (Concept versie rapport OC&W, 2010). Deze commissie heeft laten zien dat er veel overlap is in de curricula tussen scheikunde en biologie. In bijlage 1 en 2 zijn zowel de concepten als de eindtermen van het VWO beschreven die overlappen bij deze twee monovakken.

In dit theoretisch kader worden de belangrijkste resultaten beschreven uit bovenstaand rapport omtrent het nut van samenwerking tussen secties in scholen. De voornaamste resultaten zijn:

1. Leerlingen waarderen docenten die zichtbaar samenwerken en hebben een voorkeur voor vakoverstijgende onderwerpen.
2. Het is belangrijk dat leerlingen inzien dat wanneer kennis wordt opgedaan van bijvoorbeeld biologie, deze kennis ook toepasbaar is bij bijvoorbeeld scheikunde. Het leggen van verbanden is daarbij belangrijk.
3. Veel beroepen en natuurwetenschappelijk onderzoek hebben een multidisciplinair karakter. Het is belangrijk dat leerlingen hierop worden voorbereid.

Er zijn echter ook een aantal knelpunten te benoemen voor samenwerking tussen vaksecties:

1. Jaarprogramma's zijn niet opgezet vanuit een gezamenlijke programmering.
2. Docenten hebben vaak weinig tijd voor gezamenlijk overleg.
3. Huidige lesmethoden besteden weinig tijd aan samenhang.

In het rapport van het ministerie van OC&W wordt een aantal voorwaarden beschreven die succesvol samenwerken kunnen bewerkstelligen:

1. Afspraken maken m.b.t. formuleringen, de volgorde bepalen waarin de lesstof behandeld wordt en de leerlingen erop wijzen dat de stof ook bij andere vakken is behandeld

2. Het speciaal selecteren en aanbieden van lesstof dat een multidisciplinair karakter heeft.
3. Afspraken maken op het gebied van vaardigheden, zoals onderzoeken, ontwerpen en modelleren.
4. Secties laten samenwerken aan een bètabreed onderzoeksproject.

De samenhang die opgezocht wordt tussen vaksecties kan op een aantal niveaus worden gerealiseerd:

1. Samenhang in volgorde, m.a.w. het aansluiten van kennis en onderwerpen tijdens de biologie- en scheikundelessen.
2. Conceptuele samenhang. De formulering van concepten wordt breed gedragen binnen en tussen vaksecties.
3. Contextuele samenhang. Eén bepaald contextueel kader wordt aangepakt door verschillende vaksecties.
4. Gemeenschappelijke denk- en werkwijzen. Onderzoeksvaardigheden worden bij de verschillende vaksecties op eenzelfde wijze aangeleerd en uitgevoerd.

Door de aanwezigheid van overlap tussen biologie en scheikunde (zie bijages 1 en 2) en de winst die het creëren van samenhang kan opleveren, is het belangrijk om in kaart te brengen wat de perceptie van samenwerking is tussen de docenten biologie en scheikunde.

Zoals in de inleiding al staat beschreven, wordt in dit onderzoek gebruik gemaakt van een verkorte versie van de vragenlijst uit het onderzoek van 'Van Wessum'. Alleen het deel van de vragenlijst over de samenwerkingsvormen zal gebruikt worden. Wij zijn in dit onderzoek vooral geïnteresseerd in de vraag of er wordt samengewerkt tussen de twee secties en zo ja, in welke vorm er wordt samengewerkt. We willen weten of er afspraken tussen de secties worden gemaakt, dan wel of er overleg plaatsvindt. Ook willen we weten of er gezamenlijk werk wordt gedaan en of beide secties elkaar van adviezen voorzien.

In het kader van dit onderzoek leek het ons minder relevant om de inhoud van de samenwerking en de wijze waarop er wordt samengewerkt (formeel of informeel) mee te nemen. In een eventueel vervolgonderzoek zou hier wel aandacht aan besteed kunnen worden.

Onderzoeksvraag

De onderzoeksvraag luidt:

“Hoe verschillen docenten biologie en scheikunde in de VWO bovenbouw in hun perceptie van de verschillende samenwerkingsvormen tussen de twee secties?”

In dit onderzoek is ervoor gekozen om de perceptie van docenten op de samenwerkingsvorm te meten.

Door het meten van de perceptie van de samenwerkingsvorm, is het mogelijk met een relatief klein onderzoek toch uitspraken te doen over de wijze waarop docenten de samenwerking tussen de secties biologie en scheikunde ervaren.

Zelf ervaren wij op de scholen waar we les geven nauwelijks samenwerking tussen beide secties. Voorafgaand aan het onderzoek verwachten we dan ook dat er geen of een lage perceptie van samenwerking zal zijn tussen de biologie- en scheikunde-secties.

Methoden

Voor het meten van perceptie is een goed instrument vereist. Om tot dit instrument te komen is het essentieel om eerst alle betrokken factoren, of variabelen, binnen het onderzoek te benoemen:

De variabelen: welke variabelen meten de perceptie?
 De data: hoe kunnen deze variabelen gemeten worden?
 Data-inspectie: zijn de verkregen data bruikbaar?

De antwoorden op deze drie vragen zullen in deze paragraaf uiteengezet worden.

Wat zijn precies de variabelen die worden gemeten? We hebben in ons onderzoek te maken met docenten scheikunde en biologie *en* hun perceptie op de samenwerking. Deze twee factoren zijn onder te verdelen in twee verschillende soorten variabelen, namelijk onafhankelijke en afhankelijke:

Onafhankelijk: docent biologie of scheikunde
 Afhankelijk: perceptie op de samenwerking

Deze onderverdeling vloeit voort uit de onderzoeksvraag: eventuele verschillen in perceptie van de samenwerking zullen al dan niet afhankelijk zijn van de vraag of een docent biologie dan wel scheikunde doceert. Eventuele dubbele bevoegdheden van docenten die in beide vakken lesgeven zijn niet expliciet meegenomen in dit onderzoek. Vervolgens is gekeken naar de variabelen die onderdeel uitmaken van de perceptie van de samenwerking. Van Wessum heeft in haar proefschrift het begrip *samenwerking* onderverdeeld in verschillende manieren waarop er samenwerking plaats kan vinden. (Van Wessum, 1996):

Vorm	Overleg	4x	Totaal 24 schalen
	Afspraken		
	Advisering		
	Gezamenlijk werk		
Inhoud	Vakinhoud	3x	
	Didactiek		
	Toetsing		
Wijze	Formeel	2x	
	Informeel		

De tabel geeft de drie hoofdcategorieën waar samenwerking in onder te verdelen is, te weten: vorm, inhoud en wijze. Vanuit de literatuur vermeldt Van Wessum vier verschillende wijzen waarop samenwerking kan worden vormgegeven, te weten: overleg, afspraken, advisering en gezamenlijk werk. Vervolgens kan de inhoud van de samenwerking betrekking hebben op vakinhoud, didactiek of toetsing. Dit alles kan zowel op formele als op informele wijze plaatsvinden. Hierdoor ontstaan er 24 verschillende schalen die de verschillende aspecten van samenwerking kunnen meten. Op iedere schaal kan er in principe een andere score worden behaald. Men kan bijvoorbeeld denken aan een sectie waar er veel informeel wordt overlegd over

vakinhoudelijke kwesties, maar waar nauwelijks formele afspraken worden gemaakt over didactische zaken. Dit betekent dat er ook direct 24 variabelen onderzocht moeten worden om samenwerking te kunnen meten.

Om op statistisch verantwoorde wijze alle 24 variabelen onderling te kunnen vergelijken, moeten er ten minste 15 respondenten per variabele zijn. Omdat het niet realistisch is om 360 respondenten (15 maal 24) te enquêteren in de voor ons beschikbare tijd, is gekozen om voor de hoofdcategorie 'inhoud' alleen de subcategorie vakinhoud mee te nemen in het onderzoek. Dit besluit valt te rechtvaardigen wanneer we de insteek van het onderzoek terughalen: het creëren van samenhang tussen de curricula van biologie en scheikunde. Omdat het de curricula betreft, spreken we dus feitelijk over samenhang tussen de vakinhoud van de twee secties.

Bij de hoofdcategorie *wijze* is aangenomen dat formeel en informeel aan elkaar gelijk zijn en in de praktijk twee uiteinden van hetzelfde spectrum zijn. Hierdoor zal er geen duidelijke grens tussen formeel en informeel te trekken zijn. Onze eigen ervaring in het onderwijs is ook dat formele en informele afspraken vaak door elkaar heen lopen in de dynamiek van de school. Dit gaf voor ons de doorslag om formeel en informeel als één categorie te beschouwen.

Vorm	Overleg	4x	Totaal 4 schalen
	Afspraken		
	Advisering		
	Gezamenlijk werk		
Inhoud	Vakinhoud	1x	
	Didactiek		
	Toetsing		
Wijze	Formeel & Informeel samen	1x	

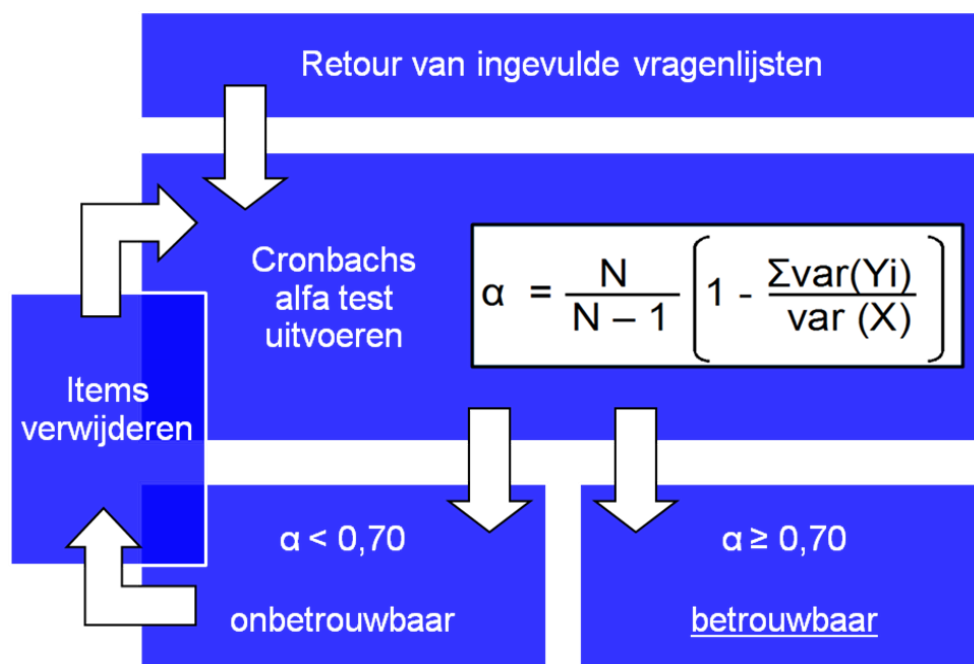
Met deze versimpelde versie van de indeling van Van Wessum (1996), is het aantal te behandelen schalen teruggebracht tot vier. Deze vier schalen zijn vervolgens opgenomen in de enquête waarmee wij het onderzoek hebben uitgevoerd. In de enquête gaat het alleen over overleg, afspraken, advisering en gezamenlijk werk m.b.t. vakinhoud op zowel formele als informele basis.

Dankzij deze versimpelde versie is het voor een valide statistische analyse vereist dat er 60 respondenten zijn (15 maal vier).

Om de perceptie meetbaar te maken, hebben we gebruik gemaakt van de Likertschaal. Deze schaal geeft per enquêtevraag vijf antwoordmogelijkheden: 'helemaal mee oneens', 'mee oneens', 'neutraal', 'mee eens' en 'helemaal mee eens'. Deze antwoorden zijn kwantificeerbaar, omdat ze niet categorisch van aard zijn.

Er moeten per schaal die wordt gemeten vijf items (vragen) gesteld worden. Elk van deze vijf items moet zo geformuleerd zijn dat steeds dezelfde schaal gemeten wordt. De reden dat er vijf vragen per variabele gesteld moeten worden is dat op deze manier een betrouwbaarheidstest uitgevoerd kan worden. De items worden gecontroleerd op hun interne cohesie door middel van een Cronbachs alfa toets. Hiermee wordt gecontroleerd of er items statistisch betrouwbare en reproduceerbare

antwoorden zijn geven. De Cronbachs alfa toets meet de variantie van de variantie van de antwoorden op de items; met andere woorden er wordt gemeten in welke mate de antwoorden onderling samenhang vertonen. Hiermee worden na afname van de enquête de verkeerd geformuleerde vragen uit de data gefilterd, zodat er per variabele die gemeten wordt alleen maar betrouwbare vragen meegenomen worden in de uiteindelijke resultatenanalyse. Wanneer veel respondenten bijvoorbeeld op vier van de vijf vragen een 'Eens' antwoorden en bij de vijfde vraag 'helemaal mee oneens' invullen, dan is er een grote kans dat de vijfde vraag verkeerd geformuleerd is. Volgens de Cronbachs alfa toets moet dan vraag vijf uit het databestand gehaald worden, zodat deze niet mee zal tellen in de uiteindelijke analyse van de resultaten. De Cronbachs alfa toets zal dus inzicht scheppen in de betrouwbaarheid van de set van vijf items per schaal. Als er per schaal tenminste drie items samen betrouwbaar blijken, zijn de resultaten daarvan geschikt voor verdere analyse.



Bovenstaande figuur geeft de cyclus weer hoe vragen worden getest op betrouwbaarheid via de Cronbach alfa test. Wanneer een set vragen een waarde onder 0,7 scoort, moeten de vragen uit die set die slecht scoren, worden verwijderd. Vervolgens wordt de test opnieuw uitgevoerd totdat de Cronbach alfa waarde 0,7 of hoger is of totdat er te weinig vragen overblijven om verder te verwerken. In het laatste geval moet er een nieuwe set vragen ontworpen worden die vervolgens ook opnieuw getest moet worden op betrouwbaarheid.

Ook moet de validiteit van de vragenlijst bepaald worden; de vragen die gesteld zijn, moeten wel een reflectie zijn op datgene wat gemeten moet worden. In andere woorden: meten de vragen wat ze moeten meten?

Er kan op twee manieren een validiteitstest uitgevoerd worden: een principale componentenanalyse en een expertvisie. Bij een principale componentenanalyse wordt de statische spreiding van de antwoorden op de items onderling vergeleken. Bijvoorbeeld wanneer er gekeken wordt naar het gewicht en de lengte van verschillende individuen kan men tot op zekere hoogte volstaan door slechts één van de twee variabelen te meten; met andere woorden, de variabelen gewicht en lengte

zijn te reduceren tot één principale component. In het geval van de schalen die in dit onderzoek gemeten worden, moeten per schaal alle gebruikte items tot één component kunnen worden gereduceerd. Wanneer dit het geval is, heeft men aangetoond dat de items valide zijn. In dit onderzoek is de vragenlijst gebaseerd op eerder onderzoek (Van Wessum, 1996). Deze vragenlijst is gevalideerd door middel van een principale componentenanalyse. Daarmee zijn de vragen in dit onderzoek ook als valide te beschouwen.

Om het proces van enquêteren zo efficiënt mogelijk en snel te laten plaatsvinden, is er gebruik gemaakt van een online enquête tool (www.thesistools.nl). Hiermee konden de benaderde docenten online via het aanklikken van een internetlink makkelijk de enquête openen en vervolgens invullen. De resultaten werden vervolgens online opgeslagen en waren daarmee direct toegankelijk. De internetlink naar de enquête is tezamen met een begeleidende e-mail naar de docenten biologie en scheikunde van een aantal scholen gestuurd. Naast de scholen van de auteurs is de vragenlijst ook opgestuurd naar leraren-in-opleiding van chemie- en biologiedidactiek klassen van de IVLOS. Daarnaast zijn er via de mentorgroepen van de IVLOS verschillende scholen benaderd. Naar schatting zijn hierdoor tussen de 300 en 400 docenten biologie en scheikunde bereikt.

Voor het verwerken van de data is in het programma Microsoft Excel een t-toets uitgevoerd. Per schaal (samenwerkingsvorm) is per docent een score uitgerekend door het gemiddelde te nemen van de metingen op de relevante items. Vervolgens is gekeken of de verdeling van deze scores een normaalverdeling vertoonden. Omdat dit het geval was, is door middel van de t-toets gekeken of er een significant verschil was tussen de twee groepen (de scheikunde- en biologiedocenten). Ten slotte is er ook voor de twee populaties docenten een totaalscore gemaakt voor de algehele samenwerking. Deze score is uitgerekend door voor iedere docent de gemiddelde score over de vier samenwerkingsvormen uit te rekenen. In totaal zijn er dus vijf t-toetsen uitgevoerd: één over de algehele perceptie van de samenwerking, en vier over de perceptie van de verschillende samenwerkingsvormen (overleg, afspraken, advisering en gezamenlijk werk). Bij het uitvoeren van de t-toets is gekozen voor het gebruikelijke zekerheidsinterval van 95% (twee standaarddeviaties). Wanneer de resultaten van de t-toets een $p \leq 0.05$ laat zien is een significant verschil aangetoond tussen de twee docentenpopulaties in de perceptie van de samenwerking.

Resultaten

Via de online enquête tool zijn er uiteindelijk 36 ingevulde enquêtes binnengekomen. Gezien het feit dat er tussen de 300 en 400 docenten een uitnodiging voor het invullen van de enquête hebben ontvangen, is dit een erg lage respons.

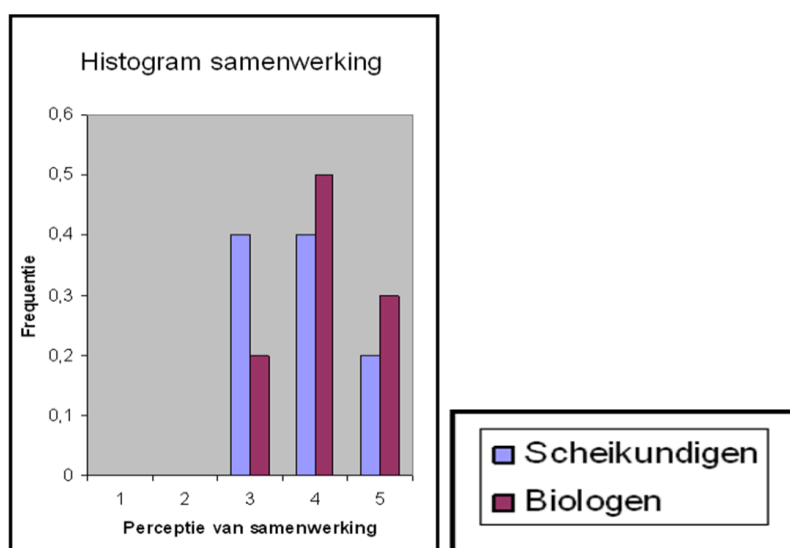
Van deze 36 ingevulde vragenlijsten, bleken er uiteindelijk 30 bruikbaar te zijn. De 6 enquêtes die niet bruikbaar bleken, waren incompleet of ze waren ingevuld door docenten die niet lesgeven in de bovenbouw van het VWO en dus geen relevante informatie boden voor dit specifieke onderzoek.

Met de overgebleven enquêtes is vervolgens een Cronbach alfa test uitgevoerd om te toetsen of alle vragen betrouwbaar waren. De uitslagen van Cronbach alfa zijn in de tabel hieronder weergegeven.

Schaal	Cronbach alfa
Overleg	0,92
Afspraken	0,86
Advies	0,74
Gezamenlijk werk	0,85

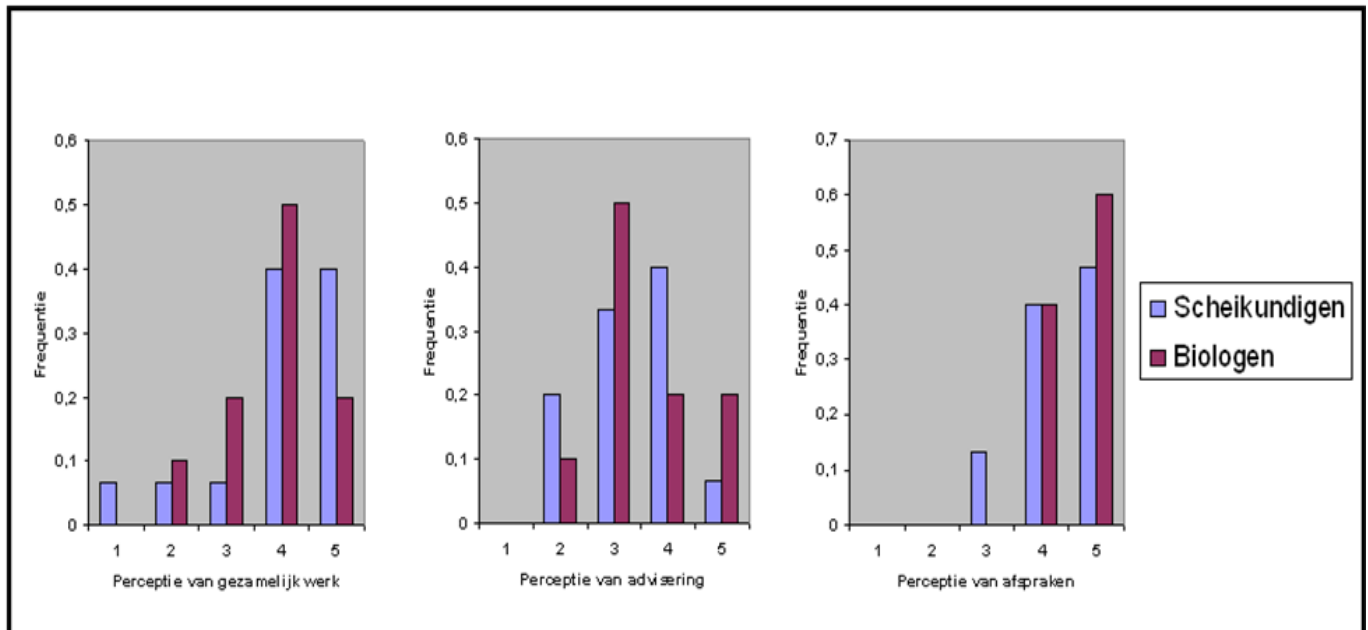
Zoals uit de tabel is af te leiden, zijn alle waarden voor de Cronbach alfa test boven de 0,70. Hierdoor is het niet nodig om vragen uit de enquête te verwijderen. Deze waarden houden in dat alle vragen per subcategorie als betrouwbaar beschouwd mogen worden.

Met de resultaten van de vragenlijst is er vervolgens een statistische analyse uitgevoerd. Gezien het kleine aantal respondenten zijn de resultaten van dit onderzoek niet significant en kunnen slechts als trend worden aangenomen.



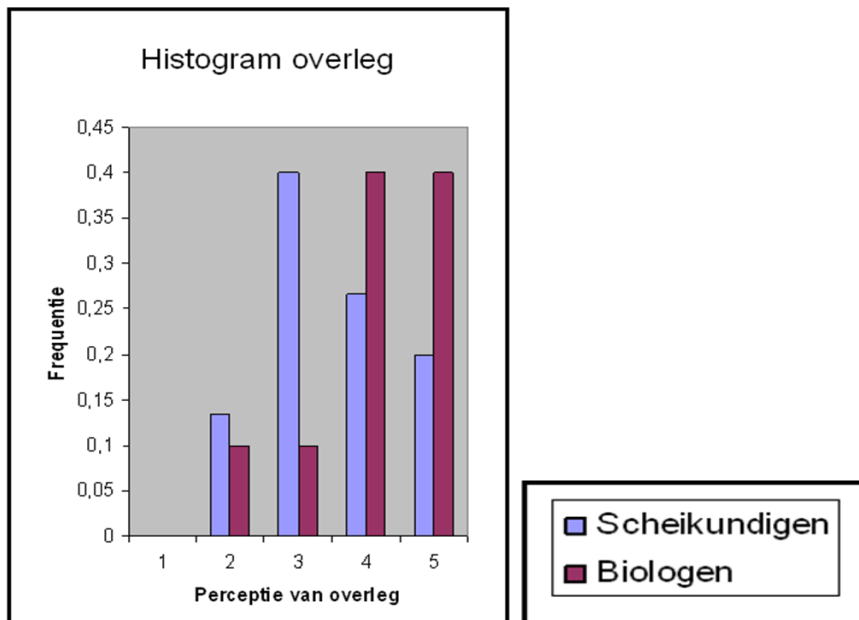
	Scheikundigen	Biologen
Gemiddelde	3,79	4,01
Standaard deviatie	0,76	0,59
P=0,23		

In bovenstaande diagram en tabel zijn de resultaten weergegeven van de t-toets op de perceptie van docenten scheikunde en biologie op de vier verschillende samenwerkingsvormen in totaal. Er is geen significant verschil tussen de twee groepen ($p=0,23$). Wel is duidelijk te zien dat zowel scheikunde- als biologie-docenten samenwerking ervaren. De scores van de perceptie liggen aan de rechter kant (5 = helemaal mee eens, 4 = mee eens) van het spectrum.



In bovenstaande diagrammen zijn de resultaten weergegeven van t-toesten van de perceptie op de subonderdelen: gezamenlijk werk, advisering en afspraken. Bij de drie subonderdelen zijn geen significante verschillen te zien.

Wel is bij de perceptie op afspraken duidelijk te zien, dat beide groepen hoog scoren aan de rechterkant van het spectrum. Er mag hier worden aangenomen dat zowel de scheikundigen als de biologen ervaren dat er afspraken worden gemaakt tussen de secties.



	Scheikundigen	Biologen
Gemiddelde	3,52	4,12
Standaard deviatie	0,90	0,85
P=0,06		

In de laatste diagram en tabel zijn de resultaten te zien van de t-toest over de perceptie van overleg tussen beide secties. Zoals uit de tabel kan worden afgeleid is er is sprake van een matig significant verschil ($p = 0.06$). Dit resultaat laat een duidelijke trend zien, waaruit blijkt dat de biologen meer overleg ervaren dan de scheikundigen.

Conclusie en Discussie

Uit de resultaten van dit onderzoek blijkt dat zowel biologen als scheikundigen ervaren dat er op verschillende manieren wordt samengewerkt. Bovendien ervaren beide groepen docenten dat er afspraken worden gemaakt tussen beide secties. Daarnaast blijkt er sprake te zijn van een matig significant verschil tussen de biologen en scheikundigen in hun perceptie van overleg. Biologen ervaren duidelijk meer overleg dan de scheikundigen. Een mogelijke verklaring hiervoor zou kunnen zijn dat in de biologie meer scheikundige onderwerpen aanbod komen dan biologische onderwerpen in de scheikunde. Biologen zullen dan meer overleg met scheikundigen nodig hebben om de scheikundige onderwerpen goed te kunnen uitleggen in hun lessen en dus ook meer overleg ervaren.

Helaas zijn er te weinig respondenten om statistisch valide uitspraken te doen over de resultaten. Onze primaire aanbeveling zal daarom zijn om het aantal respondenten te vergroten totdat minstens de ondergrens voor een statistische analyse van 60 respondenten gehaald wordt. Hierdoor zullen de resultaten van de statistische analyse valide zijn en ontstaat er de mogelijkheid om gerichte uitspraken te doen over de perceptie van samenwerking tussen de secties biologie en scheikunde in de bovenbouw van het VWO.

Verdere aanbevelingen betreffen het breder trekken van het onderzoek. Zo zal een onderzoek volgens dezelfde opzet voor de samenwerkingsperceptie tussen elke logische combinatie van secties natuurkunde, wiskunde, scheikunde, biologie, aardrijkskunde en economie een vruchtbare basis kunnen vormen om het draagvlak voor een geïntegreerde aanpak van lesstof te vergroten. Immers, leerlingen zullen gebaat zijn bij een aanpak van deze vakken waarbij er veel breder wordt gekeken dan alleen het eigen curriculum. Ook in de maatschappij, waar de middelbare school in theorie de leerlingen op voorbereid, heeft men vaak te maken met situaties waar deze velden als één geïntegreerd geheel een rol spelen. Door daar via samenwerking tussen de secties op middelbare scholen op in te spelen, worden leerlingen beter voorbereid op hun deelname in de maatschappij.

Ook zien wij hier een kans voor de talensecties om ook daar een sectieoverkoepelende aanpak te stimuleren.

Verder is er de mogelijkheid om een grootschaliger vervolgonderzoek op te zetten. Hierbij kan gekeken worden naar de invloed van de mate van samenwerking tussen scheikunde- en biologiesecties op de eindexamenresultaten van VWO-leerlingen en hun studiekeuze in het universitair of hoger beroepsonderwijs. Er kan zelfs gekeken worden naar de correlatie van prestaties tijdens de vervolgstudie van leerlingen met de mate van samenwerking tussen de scheikunde-en biologiesectie op hun middelbare school. Dit is nodig ter ondersteuning van de claim dat samenwerking door docenten van de secties scheikunde en biologie leerlingen beter voorbereid op het hoger onderwijs, waardoor zij daar beter zullen presteren.

Tevens zou een onderzoek waarbij gekeken wordt naar de invloed van het onderwijssysteem (regulier, montessori, dalton, etc.) op de mate van samenwerking, een interessante studie kunnen vormen. Aan een aantal van deze onderwijstypen is samenwerking namelijk inherent aan de aanpak van het lesgeven, waardoor je bij deze systemen een duidelijk verschil zou moeten kunnen meten van de mate waarin leerlingen zich bewust zijn van de plaats van de vakken in de maatschappij.

Dankwoord

Graag willen wij de volgende personen bedanken voor hun inzet en hulp bij de uitvoering van dit onderzoek:

Ad Mooldijk voor de kritische blik en opbouwende commentaren op onze onderzoeksopzet en projectuitvoering.

Ragna Woodall voor de waardevolle adviezen betreffende de statistische methoden die wij gebruikt hebben voor dit onderzoek.

Alle docenten scheikunde en biologie die meegewerkt hebben aan dit onderzoek.

Literatuur

1. Concept versie rapport OC&W: Samenhang in het natuurwetenschappelijk onderwijs voor havo en vwo (OC&W, april 2010)
2. Geraedts, Boersma & Eijkelhof, 2006: *Towards coherent science and technology education*. Journal of curriculum studies 38, 3, 307-325.
3. Van Wessum, 1997: *De sectie als eenheid : samenwerking en professionaliteitsopvattingen van docenten in het voortgezet onderwijs*. Proefschrift Universiteit Utrecht
4. Little, 1982: *Norms of collegiality and experimentation. Workspace conditions of school success*. American Educational Research Journal 19, 3, 325-340.
5. Purkey & Smith, 1983: *Effective schools: a review*. The elementary school Journal 83, 4, 427-452.
6. Rosenholtz, 1985: *Effective schools: interpreting the evidence*. American journal of Education 93, 353-388.
7. Little, 1986: *Seductive images and organizational realities in professional development*. In *Rethinking school improvement* (A. Lieberman), New York: Teacher College Press.
8. Ashton & Webb, 1986: *Making a difference. Teachers sense of efficacy and student achievement*. New York: Longman.
9. Little, 1987: *Teachers as colleagues*. In *Educators' handbook* (Richardson-Koehler) pp 491-517. New York: Longman.
10. Rosenholtz, 1989: *Teachers workplace: the social organization of schools*. Research on Teaching monograph Series, New York & London: Longman inc.
11. Scheerens, 1989: *wat maakt scholen effectief?* Den Haag, SVO.
12. Smith & Scott, 1990: *the collaborative school: a work environment for effective instruction*. Eugene: University of Oregon.
13. Reynolds & Cuttance, 1992: *School effectiveness: research, policy and practice*. London: Cassell.
14. Clement, Staessens en Vandenbergh, 1994: *Werkplaatscondities in basisscholen en de professionele ontwikkeling van leerkrachten*. Pedagogisch tijdschrift 19, 5/6, 357-380.
15. Johnson & Johnson, 1987: *Research shows the benefits of adult cooperation*. Educational leadership 45, 8, 27-30.
16. HBOraad: Kennisbasis lerarenopleiding voortgezet onderwijs beta studies. Geraadpleegd op 21/07/2010:
http://www.hboraad.nl/index.php?option=com_docman&task=cat_view&gid=115&Itemid=5
17. Syllabi Scheikunde en Biologie 2011, gepubliceerd op 29 september 2009 (examenblad.nl, geraadpleegd op 03-10-2010).
18. SLO: Handreiking schoolexamen scheikunde. Stichting leerplanontwikkeling (SLO), Enschede. havo/vwo tweede fase, maart 2007.
19. SLO: Handreiking schoolexamen biologie. Stichting leerplanontwikkeling (SLO), Enschede. havo/vwo tweede fase, maart 2007.

Bijlage 1 Samenhang (Concept versie rapport OC&W, 2010)

De samenhang tussen biologie en scheikunde is op conceptueel kader te benoemen in verschillende deelgebieden. Hier zal beschreven welke kernconcepten raakvlak met elkaar vertonen:

Systeem

Biologie

Biologische processen op meerdere organisatieniveaus zoals: gezondheid, voeding, voortplanting en evolutie. In de biologie laat men met systeemdenken zien dat deelsystemen van lagere organisatieniveaus een functie vervullen in de systemen van daarboven liggende organisatieniveaus (micro macro concept). Systeemdenken is een eigenschap van biologisch denken.

Scheikunde

In de scheikunde wordt gewerkt met blokschema's, kringlopen, de evenwichtstheorie en verschillende ordes van chemische processen. Dit zijn alle voorbeelden van systeemdenken.

Schaal

Biologie

Het organismeniveau is het referentiepunt voor schaal in de biologie. In de biologie is het micro-macro niveau distinct aanwezig variërend van biologie op moleculair niveau tot biologische systemen op Aarde.

Scheikunde

Het micro-macro principe is inherent aan scheikundig denken. Er worden verklaringen gegeven voor stoffeigenschappen op macro-niveau wanneer begrepen wordt hoe elementen zich gedragen op micro-niveau.

Verandering

Biologie

Zelforganisatie, zelfregulatie, levensloop van organismen en productiesystemen zijn concepten in de biologie die specifiek het deelgebied *verandering* beschrijven.

Verandering als concept op zich is niet gedefinieerd in de biologie.

Scheikunde

Het deelgebied *verandering* komt aan de orde bij chemische reacties zoals redoxreacties, zuren en basen, etc. Het concept heeft tot doel de waarneembare fenomenen te koppelen aan modelmatige elementaire structuren van bijvoorbeeld atomen en moleculen.

Bijlage 2 Samenhang tussen eindtermen Biologie & Scheikunde (Concept versie rapport OC&W, 2010)

Voedselveiligheid en Technologie

Contextuele samenhang tussen twee biologische eindtermen en een scheikundig eindterm

Eindtermen B2.3 (biologie)

De kandidaat kan het systeemconcept zelfregulatie en zelforganisatie gebruiken op organisme niveau met behulp van de concepten homeostase, fotosynthese, voeding, levenscyclus, gezondheid.

Eindtermen B4.3 (biologie)

De kandidaat kan het systeemconcept reproductie gebruiken op organisme niveau met behulp van de concepten voortplanting en erfelijkheid.

Eindtermen E1 (scheikunde)

De leerling kan enkele kwalitatieve en kwantitatieve standaardmethoden beschrijven voor monitoring van de hoeveelheid risicovolle stoffen in voedsel, water en de atmosfeer en meetgegevens over de kwaliteit van voedsel, water en de atmosfeer interpreteren.

Spijsvertering

Conceptuele samenhang m.b.t. het concept spijsvertering waarbij chemische basis kennis noodzakelijk is.

Eindtermen B2.2 (biologie)

De kandidaat kan het systeemconcept zelfregulatie en zelforganisatie gebruiken op orgaansysteem niveau met behulp van de concepten instandhouding/groei, ademhaling, spijsvertering, uitscheiding, transport, afweer en bewegen.

Eindtermen E4 (scheikunde)

De kandidaat kan van stofwisselingsprocessen in het menselijk lichaam de reacties op moleculair niveau weergeven en met moleculaire kennis het transport van stoffen in het lichaam toelichten.

DNA-replicatie

Bij de eindtermen DNA-replicatie overlappen scheikundige en biologische eindtermen elkaar grotendeels.

Eindtermen B4.1 (biologie)

De kandidaat kan het systeemconcept reproductie gebruiken op molecuul niveau met behulp van het concept DNA-replicatie.

Eindtermen E4 (scheikunde)

De kandidaat kan van stofwisselingsprocessen in het menselijk lichaam de reacties op moleculair niveau weergeven en met moleculaire kennis het transport van stoffen in het lichaam toelichten.

Duurzame Productie

Bij duurzame productie bestaat er zowel een conceptuele als een contextuele samenhang (kringloop)

Eindtermen B2.4 (biologie)

De kandidaat kan het systeemconcept zelfregulatie en zelforganisatie gebruiken op ecosysteem niveau met behulp van de concepten energiestroom, kringloop, dynamiek en evenwicht.

Eindtermen B2.5 (biologie)

De kandidaat kan het systeemconcept zelfregulatie en zelforganisatie gebruiken op biosfeer niveau met behulp van het concept duurzame ontwikkeling.

Eindtermen B4.3 (biologie)

De kandidaat kan het systeemconcept reproductie gebruiken op organisme niveau met behulp van de concepten voortplanting en erfelijkheid.

Eindtermen Subdomein G3 (scheikunde)

Energieproductie uit koolstofhoudende bronnen

De kandidaat kan moleculaire kennis toepassen bij de beschrijving van de energieproductie uit koolstofhoudende energiebronnen en het effect ervan op de voorraad natuurlijke hulpbronnen en de luchtkwaliteit toelichten.

Eindtermen Subdomein G4 (scheikunde)

Koolstofvrije energiebronnen

De kandidaat kan de energieproductie uit enkele koolstofvrije energiebronnen op micro- en macroniveau beschrijven en het effect ervan op de voorraad natuurlijke hulpbronnen, lucht- en waterkwaliteit aangeven.

Energie van planten

Zowel conceptuele als contextuele samenhang waarbij chemische basiskennis nodig is voor het ontwikkelen van begrip voor het concept fotosynthese

Eindtermen B2.3 (biologie)

De kandidaat kan het systeemconcept zelfregulatie en zelforganisatie gebruiken op organisme niveau met behulp van de concepten homeostase, fotosynthese, voeding, gezondheid en levenscyclus.

Eindtermen B4.3 (biologie)

De kandidaat kan het systeemconcept reproductie gebruiken op organisme niveau met behulp van de concepten voortplanting en erfelijkheid.

Eindtermen E4 (scheikunde)

De kandidaat kan van stofwisselingsprocessen in het menselijk lichaam de reacties op moleculair niveau weergeven en met moleculaire kennis het transport van stoffen in het lichaam toelichten.

Eindtermen Subdomein G4 (scheikunde)

Koolstofvrije energiebronnen

De kandidaat kan de energieproductie uit enkele koolstofvrije energiebronnen op micro- en macroniveau beschrijven en het effect ervan op de voorraad natuurlijke hulpbronnen, lucht- en waterkwaliteit aangeven.