



# Handreiking samenhang bètavakken in de tweede fase

Oktober 2013

**slo**

nationaal  
expertisecentrum  
leerplan-  
ontwikkeling

Verantwoording



**2013 SLO (nationaal expertisecentrum leerplanontwikkeling), Enschede**

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

**Auteurs:** Miranda Braam, Jos Paus

**Informatie**

SLO

Afdeling: Tweede Fase

Postbus 2041, 7500 CA Enschede

Telefoon (053) 4840 661

Internet: [www.slo.nl](http://www.slo.nl)

E-mail: [tweedefase@slo.nl](mailto:tweedefase@slo.nl)

**AN:** 3.7056.562

# Inhoud

<b>Voorwoord</b>	<b>5</b>
<b>1. Inleiding</b>	<b>7</b>
1.1 De vier pijlers onder de vakvernieuwing	8
1.2 Speerpunt: samenwerking bètavakken	8
1.3 De plaats van de vakken binnen de profielen	10
1.4 De multipilot	10
<b>2. Samenhang</b>	<b>13</b>
2.1 Wat bedoelen we met samenhang?	13
2.2 Vormen van samenhang	13
2.3 Samenhang: Hoe organiseer je die?	14
2.4 Verschillende manieren om samenhangmodules aan te bieden	14
<b>3. Suggesties voor inhoudelijke afstemming tussen de vakken</b>	<b>17</b>
3.1 Vakinhoud	17
3.2 Samenhangmodules	18
3.3 Samenhang en afstemming tussen wiskunde en de profielvakken	19
3.4 Integratie van vaardigheden: onderzoeken, ontwerpen en modelleren	20
<b>4. Samenhang met behulp van het samenhangbestand</b>	<b>21</b>
4.1 Afstemming in het examenprogramma	21
4.2 Afstemming in het lesmateriaal	23
<b>5. Mogelijkheden voor toetsing en weging in het SE</b>	<b>25</b>
5.1 Vakoverstijgende SE-opgaven en praktische opdrachten	25
5.2 Vakoverstijgende toetsing van vaardigheden	27
5.3 Weging van praktische opdrachten	27
<b>6. Verdere informatie</b>	<b>29</b>
<b>Referenties</b>	<b>31</b>
<b>Bijlage 1 Het samenhangbestand</b>	<b>33</b>
<b>Bijlage 2 Ervaringen van (multi-) pilotscholen</b>	<b>39</b>



# Voorwoord

De vakoverstijgende handreiking die voor u ligt, hoort bij de examenprogramma's biologie, natuurkunde en scheikunde havo en vwo die in augustus 2013 van kracht zijn geworden in de tweede fase van het voortgezet onderwijs. Sinds 2007 zijn de examenprogramma's voor op dat moment bestaande vakken geglobaliseerd, wat wil zeggen dat ze minder eindtermen en minder detaillering van eindtermen bevatten dan voorheen het geval was. Ook zijn alle vormvoorschriften voor het schoolexamen vervallen. Docenten zijn nu, binnen de wettelijke kaders, vrij hun schoolexamens naar eigen inzicht in te richten. Bij dit laatste biedt SLO, op verzoek van OCW, steun in de vorm van handreikingen per vak en van deze vakoverstijgende handreiking.

Een van de doelen van de vakvernieuwingen is het creëren van meer samenhang binnen en tussen de verschillende bètaprogramma's. In deze handreiking willen we docenten en docentopleiders handvatten bieden om samenhang en afstemming in de klas vorm te geven. Eerst kijken we naar verschillende vormen van samenhang en naar de ervaringen van pilotscholen. Daarna volgen suggesties voor inhoudelijke afstemming met concrete voorbeeldmodules. Wilt u zelf aan de slag met uw collega's van andere vakken, dan biedt het digitale gedeelte van deze handreiking wellicht hulp om kennis te nemen van de inhoud van de examenprogramma's van biologie, natuurkunde en scheikunde.

Deze vakoverstijgende handreiking bestaat uit twee delen:

1. Een *papieren gedeelte*: dat ligt voor u.
2. Een *digitaal gedeelte* (Excelbestand): hierin staan de verschillende examenprogramma's naast elkaar en is er gekeken waar overeenkomstige concepten of contexten voorkomen. De informatie in het Excelbestand is digitaal beter te hanteren en de samenhang in de verschillende examenprogramma's wordt op deze manier overzichtelijk weergegeven.

Hieronder vindt u een kleine leeswijzer voor deze handreiking. Hierin is aangegeven of een hoofdstuk *achtergrondinformatie* bevat of *praktische informatie*.

		<b>Achtergrond- informatie</b>	<b>Praktische informatie</b>
H. 1	Inleiding	X	
H. 2	Samenhang	X	X
H. 3	Suggesties voor inhoudelijke afstemming tussen de vakken		X
H. 4	Samenhang met behulp van het samenhangbestand		X
H. 5	Mogelijkheden voor toetsing en weging in het SE		X
	Bronnen	X	X
Bijlage 1	Het samenhangbestand		X
Bijlage 2	Ervaringen van (multi-)pilotscholen	X	

Hoe kunnen gemeenschappelijke doelen worden bereikt? Op welke momenten kunnen we vakoverstijgende onderwerpen plannen? Dat zijn zaken die vooral de praktijk moet uitwijzen. Daarom is er behoefte om de afzonderlijke handreikingen en deze vakoverstijgende handreiking te verrijken met ervaringen vanuit de lespraktijk. Reacties in dit verband zijn dan ook van harte welkom.

Jos Paus  
Projectleider

# 1. Inleiding

Voordat de diverse vakvernieuwingscommissies de nieuwe examenprogramma's formuleerden, hebben zij hun ambities in visiedocumenten beschreven (zie tabel 1 hieronder). Daarin is ook aandacht voor de afstemming en samenhang tussen de natuurwetenschappelijke vakken. Deze aandacht moet vertaald worden naar de lespraktijk. Deze handreiking doet daar een bescheiden poging toe.

Tabel 1 Ambities in visiedocumenten vernieuwingscommissies

<b>Biologie</b>	<b>Natuurkunde</b>	<b>Scheikunde</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Sterk gericht op relevantie vanuit maatschappelijk standpunt en voor de leerling door systematisch vakinhoud in authentieke contexten uit te werken.</li> <li>✓ Aandacht gericht op structurerende concepten.</li> <li>✓ Accentueren van samenhang binnen de biologie; aandacht voor samenhang tussen vakken.</li> <li>✓ Aandacht voor overladenheid door het beperken van het aantal concepten en het beperken van de keuze van contexten binnen een beperkt aantal thema's.</li> <li>✓ Aandacht voor wendbaar gebruik van concepten en vaardigheden.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ (Wetenschappelijke) actualiteit en relevantie.</li> <li>✓ Werken met contexten en concepten.</li> <li>✓ Afstemming en samenhang tussen bètavakken.</li> <li>✓ Aansluiting met hoger onderwijs.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Verbreding en verdieping van kennis van natuurwetenschap en techniek en de functie van scheikunde voor de hedendaagse maatschappij.</li> <li>✓ Verkrijgen van inzicht in de wisselwerking tussen onderzoek in en toepassing van natuurwetenschappen en techniek.</li> <li>✓ Voorbereiding op een opleiding en/of een beroep waartoe de N-profielen toegang geven.</li> <li>✓ Verkenning van de werkwijze en carrières van natuurwetenschappers en met name chemici in wetenschappelijk onderwijs, onderzoeksinstituten en industrie.</li> </ul>

## 1.1 De vier pijlers onder de vakvernieuwing

De vakvernieuwingscommissies onderscheidden vier gemeenschappelijke doelen:

- aansluiting bij (wetenschappelijke) actualiteit en relevantie;
- werken met concepten en contexten;
- afstemming en samenhang tussen bètavakken;
- aansluiting met hoger onderwijs.

Deze vier gemeenschappelijke doelen, de pijlers onder de vakvernieuwing, komen in de nieuwe programma's tot uitdrukking.

Ten opzichte van de vorige examenprogramma's:

- is een aantal concepten (een aanduiding voor begrippen, modellen, theorieën) in de nieuwe programma's gewijzigd. Daarnaast zijn concepten soms in andere domeinen gegroepeerd en zijn domeinen anders verdeeld over centraal examen (CE) en schoolexamen (SE);
- verwijzen de examenprogramma's nadrukkelijker naar contexten, situaties uit het persoonlijk leven, de samenleving en de wereld van beroepen, wetenschap en technologie. Er is voor contexten gekozen om meer ruimte te bieden aan actualiteit en relevantie van de vakken. Bovendien blijken leerlingen concepten beter te leren gebruiken als ze er in meer dan één context mee geoefend hebben;
- gebruiken de nieuwe programma's bij de algemene en profielspecifieke vaardigheden voor alle bètavakken eensluidend geformuleerde eindtermen. Daarnaast beschrijven ze voor elk vak afzonderlijk specifieke vaardigheden;
- wordt de samenhang tussen de vakken behalve door de genoemde algemene en profielspecifieke vaardigheden ook gestimuleerd door gemeenschappelijke aanknopingspunten in concepten en contexten.

Op welke manier de concepten, contexten, vaardigheden en de samenhang uitgewerkt gaan worden is aan de docenten zelf.

## 1.2 Speerpunt: samenwerking bètavakken

De vakvernieuwingscommissies vonden afstemming tussen de examenprogramma's van groot belang. Het ministerie van OCW heeft deze commissies gevraagd om die afstemming middels samenhang duidelijk te maken.

In figuur 1 worden een aantal argumenten genoemd waarom het zinvol is naar samenhang te streven.

In bijlage 1 worden enkele bronnen genoemd die u kunt raadplegen als achtergrondinformatie met betrekking tot samenhang. U vindt daar:

- De samenhang in de nieuwe examenprogramma's is voor biologie, natuurkunde, scheikunde en NLT zichtbaar gemaakt in de publicatie: *'Samenhang in het natuurwetenschappelijk onderwijs voor havo en vwo'*.
- De examenprogramma's, de syllabi en de handreikingen voor biologie, natuurkunde en scheikunde. Deze handreikingen en syllabi zijn te vinden op de website: <http://www.betanova.nl/examenprogramma/>, de handreikingen zijn ook te vinden op: <http://www.slo.nl/voortgezet/tweedefase/schoolexamen/handreikingen/>.
- Het vak NLT hebben we in eerste instantie niet meegenomen in deze handreiking omdat het vak uit zichzelf al multidisciplinair is, waardoor de samenhang zichtbaar is in de al ontwikkelde modules. Het vak leent zich ervoor om het verbindende element te zijn tussen de (mono)vakken. De voorkennis die nodig is vanuit de monovakken voor de verschillende NLT-modules is aangegeven op: [www.betavak-nlt.nl](http://www.betavak-nlt.nl).



In 2007 heeft een Werkgroep Afstemming Wiskunde-Natuurkunde op initiatief van de vernieuwingscommissies voor wiskunde en natuurkunde een notitie geschreven (Van de Giessen, Hengeveld, Van de Kooij, Rijke & Sonneveld, 2007). Deze werkgroep had de volgende opdracht:

1. Het beschrijven van noodzakelijke wiskundige basisinzichten en -vaardigheden die bij natuurkunde een rol spelen.
  2. Het beschrijven van een traject dat leidt tot deze vaardigheden en inzichten.
  3. Het schetsmatige ontwerpen van een basismodule die bij dat traject kan worden gebruikt.
- Om de *samenhang tussen wiskunde en de profielvakken* duidelijk te maken is er voor de eerdere (2007) programma's een handreiking gepubliceerd (Alink, Van Asselt & Den Braber, 2012) waarin vanuit voorbeeldmateriaal gekeken is op welke manier samenwerking om die samenhang te bewerkstelligen het meest succesvol zou kunnen zijn.

Het examenprogramma voor wiskunde was op het moment van het ontwikkelen van deze handreiking nog niet gereed en kon dus niet bij deze handreiking betrokken worden. Bij het uitkomen van de examenprogramma's in 2007 heeft SLO een '*samenhangbestand*' gemaakt. Bij het onderzoeken van mogelijkheden voor samenhang en afstemming tussen wiskunde en de profielvakken is veel gebruikgemaakt van dit bestand. Het '*samenhangbestand*' was bedoeld voor intern gebruik. De grote hoeveelheid informatie over elkaar overlappende contexten en concepten ging ten koste van de

overzichtelijkheid. Daarom is besloten om een aanpassing te maken voor de nieuwe examenprogramma's en het bestand gebruikersvriendelijker te maken. Dat is gebeurd in 2011-2012. Ook de structuur van het bestand is verbeterd. Het kan nu gemakkelijker en ook publiekelijk gebruikt worden. Bij het schrijven van de nieuwe handreikingen voor de

verschillende vakken hebben deze aanpassingen hun nut bewezen. In de handreiking voor alle bètavakken wordt in hoofdstuk 6 aandacht besteed aan de samenhang tussen de vakken onderling, de samenhang met NLT en wiskunde en de samenhang met andere (niet-bèta) vakken zoals economie, moderne vreemde talen en Nederlands. In hoofdstuk 4 van deze handreiking vindt u meer over het gebruik van dit '*samenhangbestand*' en hoe u het op uw school kunt inzetten.



Figuur 1 Argumenten voor samenhang?

### 1.3 De plaats van de vakken binnen de profielen

Hieronder vindt u een overzicht van de profielen met de profiel(keuze)vakken. De bètavakken kunnen bij de M-profielen als vak in de vrije ruimte gekozen worden.

Tabel 2 De profiel(keuze)vakken

<b>Cultuur en Maatschappij (C&amp;M)</b>	<b>Economie en Maatschappij (E&amp;M)</b>	<b>Natuur en Gezondheid (N&amp;G)</b>	<b>Natuur en Techniek (N&amp;T)</b>
<p><b>Profielvakken:</b> havo: geschiedenis vwo: geschiedenis, wiskunde C (of A of B)</p> <p>Eén van de volgende vakken: Arabisch, Duits, Frans, Fries, Italiaans, Russisch, Spaans of Turks</p>	<p><b>Profielvakken:</b> wiskunde A of B economie geschiedenis</p>	<p><b>Profielvakken:</b> wiskunde A of B scheikunde biologie</p>	<p><b>Profielvakken:</b> wiskunde B natuurkunde scheikunde</p>
<p><b>Eén maatschappelijk profielkeuzevak:</b> kiezen uit: aardrijkskunde economie maatschappijwetenschappen</p> <p><b>Eén cultureel profielkeuzevak:</b> kiezen uit: tekenen, handvaardigheid of muziek filosofie Arabisch, Duits, Frans, Fries, Italiaans, Russisch, Spaans of Turks</p> <p>vwo: Grieks of Latijn</p>	<p><b>Profielkeuzevakken</b> kiezen uit: management en organisatie aardrijkskunde maatschappijwetenschappen Arabisch, Duits, Frans, Fries, Italiaans, Russisch, Spaans of Turks</p>	<p><b>Profielkeuzevakken</b> kiezen uit: natuur, leven en technologie aardrijkskunde natuurkunde</p>	<p><b>Profielkeuzevakken</b> kiezen uit: natuur, leven en technologie informatica biologie wiskunde D</p>

In de N-profielen komen een aantal combinaties voor die samenwerking soms wat lastig maken: denk aan leerlingen met wiskunde A (N&G) óf B (N&G, N&T), leerlingen mét (N&G) en zonder biologie (N&T), leerlingen mét (N&T) en zonder natuurkunde (N&G). Als de leerlingen in N&G en N&T in dezelfde clusters zitten dan hebben we te maken met heterogene klassen en zal er bij het gebruik van lesmateriaal dat over de verschillende vakken heen gaat, gedifferentieerd moeten worden.

### 1.4 De multipilot

Van 2008 tot en met 2011 namen acht scholen deel aan het zogenoemde multipilotproject, een project onder regie van SLO. De deelnemende scholen hadden zich verplicht om minimaal twee experimentele examenprogramma's wiskunde, biologie, natuurkunde of scheikunde uit te voeren. Het project moest antwoord geven op een aantal vragen:

1. In hoeverre en onder welke condities is het voor scholen mogelijk om gelijktijdig meerdere van de vernieuwde examenprogramma's in te voeren?
2. In hoeverre en onder welke condities is het voor scholen mogelijk om op basis van de vernieuwde examenprogramma's meer samenhang in het bètaonderwijs te realiseren?

Ook deden de pilotscholen mee aan een evaluatieonderzoek (Genseberger, 2012). Dat had tot doel na te gaan in hoeverre de vernieuwing van het bètaonderwijs beantwoordt aan de oorspronkelijke doelstellingen en in hoeverre ieder van de programma's op zich uitvoerbaar is. De ervaringen van de docenten van multipilotscholen vindt u terug in Bijlage 2.



## 2. Samenhang

### 2.1 Wat bedoelen we met samenhang?

Van multipilotdocenten weten we dat het belangrijk is dat leerlingen samenhang ervaren. Leerlingen laten merken dat kennis niet geïsoleerd ontstaat, dat er sprake is van verbanden tussen de verschillende onderwerpen en/of vakken en dat wat binnen een vak wordt geleerd ook kan worden gebruikt bij een ander onderwerp en/of vakgebied. Er kan samenhang zijn binnen een vak (de verschillende vakconcepten kunnen met elkaar worden verbonden), maar ook tussen meerdere vakken. Voor dit laatste hebben vakmensen vaak minder oog.

Samenhang tussen de bètavakken betekent dat er zowel naar overeenkomsten als naar verschillen tussen de vakken wordt gekeken. Als overeenkomsten noemen we:

- gemeenschappelijke (kern)concepten: bijvoorbeeld: energie, kracht;
- gemeenschappelijke denk- en werkwijzen: natuurwetenschappen zijn empirische wetenschappen, er is dus aandacht voor experimenteren, ontwerpen en modelleren;
- gemeenschappelijke relevante toepassingsgebieden voor de samenleving, zoals energieproblematiek en allerlei medische onderwerpen.

Maar er zijn ook duidelijke verschillen aan te geven. Die zitten bijvoorbeeld in de:

- aandacht voor vakspecifieke denk- en werkwijzen: het meer gefocust zijn op biologische, chemische of natuurkundige verschijnselen en processen, zoals de werking van het hart: biologen zijn gericht op de pompwerking, natuurkundigen richten zich op het ECG, scheikundigen kijken naar geleiding door geladen deeltjes;
- aandacht voor vakspecifieke concepten zoals reactiekinetiek, gedrag;
- aandacht voor verschillende systemen: biologie geeft aandacht aan de levende natuur, natuurkunde richt zich op de beschrijving van verschijnselen die in de natuur voorkomen.

### 2.2 Vormen van samenhang

Er zijn verschillende vormen van samenhang aan te geven, gerangschikt naar intensiteit:

- Afstemmen van formuleringen, afspraken. Bijvoorbeeld: hoe gaan we om met het noteren van waarnemingen met betrekking tot de nauwkeurigheid? En hebben we het over 'de helling van de raaklijn', 'de richtingscoëfficiënt van de raaklijn' of 'de afgeleide van deze functie'?
- Actief verwijzen naar een ander vak. Bijvoorbeeld: de biologiedocent kan bij het begrip 'een basisch milieu' verwijzen naar de scheikunde. De wiskundeleraar kan bij exponentiële functies verwijzen naar voorbeelden in de biologie (het aantal roofdieren en prooien) of natuurkunde (vervalreacties).
- Afstemmen van leerlijnen: kan voor één vak gebeuren. Bijvoorbeeld: het afstemmen van de leerlijn 'onderzoeken' in de onderbouw en bovenbouw. Maar ook voor meerdere vakken: het afstemmen van een leerlijn omdat het (bijvoorbeeld) gelijktijdig behandelen van overeenkomstige concepten in verschillende vakken voordelen oplevert voor leerlingen.
- Afstemmen van inhoud door middel van samenhangmodules over meerdere vakken. Bijvoorbeeld de natuurkunde/scheikunde-voorbeeldmodule Power4You. Die gaat over brandstofcellen, zonnecellen, dynamo's en de zuil van Volta (of citroenbatterijen). Zie het voorbeeld lesmateriaal op [www.betanova.nl](http://www.betanova.nl).

De samenhang kan in ieder van deze vormen bestaan uit integratie van vaardigheden, van concepten (bijvoorbeeld een module over energie of krachten) of contexten (bijvoorbeeld een module over vervoer of sport).

Iedere vorm van samenhang zal georganiseerd moeten worden: met anderen, rekening houdend met tijd (wanneer en hoe lang?) en ruimte.

### 2.3 Samenhang: Hoe organiseer je die?

Als de school of de sectie besloten heeft om actief aan samenhang te werken, moet er voldaan zijn aan een aantal randvoorwaarden. Deze worden in Bijlage 2 'Ervaringen van (multi)pilotscholen' nader toegelicht.

Die voorwaarden hebben te maken met overleg, tijd, ruimte en keuzes die leerlingen al of niet kunnen maken. Voorwaarden om tot samenhang te komen zijn:

- overleg: samenhang bewerkstelligen kun je niet alleen. Daar heb je de medewerking van (vak)collega's voor nodig, binnen maar misschien ook wel van buiten je school;
- tijd: de schoolleiding moet de gewenste ontwikkeling om tot (meer) samenhang te komen faciliteren. Dat zullen zij waarschijnlijk pas doen als zij overtuigd zijn van het nut van de ontwikkeling en zich eraan committeren. Maar er moet ook tijd zijn in het leerplan en (heel praktisch) tijd in het rooster om lessen op elkaar af te stemmen;
- ruimte: als leerlingen met verschillende opdrachten bezig zijn (met het maken van opgaven, het uitvoeren van experimenten, het opzoeken van informatie) dan is er een vaklokaal nodig en een ruimte waarin leerlingen in stilte kunnen werken;
- vakkeuzes in het profiel. Bijvoorbeeld: als leerlingen wiskunde A mogen kiezen in een N-profiel moet er rekening gehouden worden met wiskunde A- en B-leerlingen. Leerlingen met NLT hebben soms heel verschillende vakkenpakketten: Er zijn leerlingen met NLT, biologie, wiskunde A en leerlingen met NLT, natuurkunde en wiskunde B;
- de leerlingen worden betrokken bij het streven naar méér samenhang. Zij moeten direct profijt hebben van de inspanning die docenten binnen de school leveren om meer samenhangend onderwijs aan te bieden;
- de schoolleiding stimuleert het initiatief van de docenten, houdt de afstemming binnen de vakgroep in de gaten en faciliteert samenwerking in ruimte en tijd (bijvoorbeeld in roosters).

### 2.4 Verschillende manieren om samenhangmodules aan te bieden

Er zijn verschillende manieren om vakoverstijgende modules aan te bieden.

1. Niet iedereen doet hetzelfde, maar er is een gemeenschappelijke context.  
Een samenhangmodule heeft als uitgangspunt een centrale context of een gemeenschappelijk concept, waaromheen voor de verschillende vakken submodules worden ontwikkeld. Deze zijn aan elkaar gerelateerd, maar niet onderling afhankelijk (een leerling hoeft bijvoorbeeld niet het biologiedeel te volgen om het natuurkundedeel te kunnen doen en vice versa). Iedere vakdocent biedt in de eigen lessen de submodule aan die bij zijn vak hoort. Afhankelijk van het aantal (keuze)vakken van de leerling volgt deze meer of minder submodules.
2. Niet iedereen doet hetzelfde, maar er zijn aansluitende contexten.  
Bij opeenvolgende modules is het mogelijk om combinaties te maken van vakken, wanneer de leerlingpopulatie van het ene vak een deelverzameling is van die van het andere vak. Bijvoorbeeld: alle leerlingen volgen scheikunde in de N-profielen. Een samenhangmodule kan starten in de scheikundelessen en daarna een vervolg vinden in de biologieles. Leerlingen die geen biologie hebben, volgen het tweede deel niet, maar hebben hier ook geen hinder van. Op dezelfde wijze zijn bijvoorbeeld biologie en wiskunde A te combineren of (op scholen waar wiskunde B verplicht is voor natuurkunde) wiskunde B en natuurkunde.
3. Iedereen doet hetzelfde, er is een gemeenschappelijke context.  
Er zijn scholen die in het NG-profiel verplicht natuurkunde als keuzevak aanbieden en in het NT-profiel verplicht biologie. Deze scholen hebben dus feitelijk één natuurprofiel. Deze

scholen kunnen samenhangmodules aanbieden voor een combinatie van biologie, natuurkunde en scheikunde. De integratie van wiskunde (op ander gebied dan vaardigheden) verdient hierbij extra aandacht, omdat leerlingen (misschien) kunnen kiezen tussen wiskunde A of B.

4. Differentiatie binnen de vakken, veel vakken samen.

Samenhangmodules kunnen gegeven worden in andere combinaties, wanneer docenten differentiëren in de lespraktijk. Een combinatie van bijvoorbeeld wiskunde A, scheikunde en biologie is mogelijk, mits docenten biologie een inhoudelijk gelijkwaardig alternatief aanbieden aan leerlingen die wel scheikunde hebben, maar geen wiskunde A.

Bij NLT komt deze situatie vaker voor. Er zijn leerlingen met wiskunde A (N&G) óf B (N&G, N&T), leerlingen mét (N&G) en zonder biologie (N&T), leerlingen mét (N&T) en zonder natuurkunde (N&G).

Onder deze manier vallen ook vormen van samenhang die zich slechts op een beperkte groep leerlingen richt, bijvoorbeeld door middel van samenhang in praktische opdrachten of profielwerkstukken.





# 3. Suggesties voor inhoudelijke afstemming tussen de vakken

In dit hoofdstuk kijken we naar de verschillende mogelijkheden om vakken op elkaar af te stemmen wat betreft:

- vakinhoud;
- het aanbieden van samenhangmodules;
- samenhang en afstemming tussen wiskunde en de profielvakken;
- integratie van vaardigheden: onderzoeken, ontwerpen en modelleren.

## 3.1 Vakinhoud

Als we kijken naar de inhoud van de examenprogramma's en deze naast elkaar leggen, dan zien we een aantal mogelijkheden om tot samenhang te komen. Deze exercitie is uitgevoerd met behulp van het '*samenhangbestand*' waarover in hoofdstuk 4 meer. Uit het samenhangbestand kunnen voor de verschillende vakkencombinaties top 4-lijsten gemaakt worden. Deze zijn gebaseerd op het aantal verwijzingen in de lijst. De lijsten kunnen gebruikt worden als voorbeeld, als start voor een discussie over begrippen en samenwerken binnen school. We lopen achtereenvolgens de top 4 voor de combinaties scheikunde-natuurkunde, scheikunde-biologie en biologie-natuurkunde langs.

### *Scheikunde-natuurkunde*

- Bouw van atomen en materie in het algemeen.
- Elektrische eigenschappen van stoffen, geleiding, bewegende ladingen.
- Energie: reactie-energie, bindingsenergie.
- Spectroscopie: herkennen van stoffen door middel van het spectrum.

Binnen de natuur- en scheikunde wordt natuurlijk het atoommodel gebruikt. Leerlingen herkennen dit. Over de bouw van materie in het algemeen is méér op te merken. Denk vooral aan atoombinding. Of aan fase-overgangen.

Elektrische verschijnselen in vaste stoffen, vloeistoffen en gassen komen naast genoemde vakken ook aan de orde bij biologie.

### *Scheikunde-biologie*

- Reproductie: bouw van DNA, enzymen.
- Vertering: afbraak van stoffen, eiwitten, enzymen, koolhydraten, pH en temperatuur, of energie: afbraak van stoffen, eiwitten, enzymen, koolhydraten, pH en temperatuur.
- Stofwisseling: organisch-chemische reacties, membranen.
- Zuren, basen, buffers.

Bij scheikunde en biologie leveren de programma's een grote match op met 'Chemie van het leven' (scheikunde) en 'Eiwitsynthese' (biologie). Maar ook bij de organische reacties: 'Stofwisseling van het organisme' (biologie) en 'Chemie van het leven' (scheikunde).

### *Biologie-natuurkunde*

- Zintuigen: de bouw en werking van het oog en tastzintuigen.
- Het hart en de bloedsomloop.

- Meten en regelen, zelfregulatie van het organisme.
- Blootstelling aan straling: gevolgen voor het DNA.

Het oog is een context die gebruikt kan worden bij 'Optica', een SE-onderdeel voor natuurkunde havo. Tastzintuigen komen in de biologie voor bij 'Waarneming door het organisme'. De werking van het hart kan in de natuurkunde gebruikt worden als context voor het vakbegrip 'trillingen' in het domein 'Golven' (vwo). Meten en regelen (havo) in de natuurkunde kan als een mechanisch equivalent van het 'zelfregulerend organisme' worden beschouwd: met evenwicht en terugkoppeling. Het effect van straling op het menselijk lichaam komt in de natuurkunde aan de orde, DNA wordt in de scheikunde en biologie besproken.

### 3.2 Samenhangmodules

In de pilotperiode is veel lesmateriaal geïnventariseerd op samenhang. Niet alleen het voor de pilot ontwikkelde lesmateriaal, maar er is ook breder gekeken naar materiaal dat kan aansluiten bij de lespraktijk. SLO heeft een aantal modules geschreven waarbij ten minste twee vakken leidend zijn. Ze zijn te vinden op: <http://www.betanova.nl/documentatie/samenhang/>. Wat de schrijvers over hun materiaal zeggen is hieronder cursief weergegeven.

- Lesmateriaal vvc's, samenhang met andere vakken (Heleen Muijlwijk, SLO)  
*"In dit overzicht zijn nieuwe lesmodules opgenomen die gemaakt zijn in het kader van de nieuwe examenprogramma's voor de bètavakken in het havo en vwo. Deze modules zijn gemaakt door de vakvernieuwingscommissies (vvc's) van natuurkunde, wiskunde, scheikunde en biologie. Van deze modules is aangegeven op welke onderwerpen er samenhang te behalen is met een ander vak. Het eindresultaat is van elk vak een lijst modules, met daaraan gekoppeld modules van andere vakken. Deze 'koppels' lesmodules kunnen goed naast elkaar gebruikt worden, of hierbij is uitwisseling tussen docenten waardevol."*
- Intelligente wasmiddelen (Heleen Driessen, SLO)  
*"Moderne wasmiddelen bevatten enzymen en detergenten. De pH, concentratie en temperatuur tijdens het wassen beperken de werking van enzymen. Innovatieve biotechnologie kan een bijdrage leveren aan de ontwikkeling van het 'next generation' intelligente wasmiddel. Door vanuit de biotechnologie (moleculaire schaal) en vanuit de nanotechnologie te kijken naar het optimaliseren van enzymen en het innoveren van het wasproces kunnen alle mogelijkheden worden benut om een intelligent wasmiddel te ontwikkelen. Met kennis van zaken stel je als slotopdracht een programma van eisen voor het intelligente 'next generation' wasmiddel op."*
- Muziek, een project voor wiskunde en natuurkunde (Nico Alink, Jos Paus, SLO)  
*"We hebben gekozen voor het thema 'Muziek', een thema waarin trillingen, golven, (vershoven) sinusoiden, zwevingen enzovoort samenkomen. Onderwerpen die voorkomen in beide vakken in een later stadium (5 vwo). Een uitdagend thema voor leerlingen waarin meerdere vakken (muziek, wiskunde D, NLT, biologie, informatica, ...) kunnen samenwerken."*
- Power4You, een project voor scheikunde en natuurkunde (Frans Carelsen, Jos Paus, SLO)  
*"Dit is een module geschreven voor de vakken scheikunde en natuurkunde over reactievergelijkingen (redox) en elektrische schakelingen (dynamo, zonnecel).*  
- *Het 'moederbedrijf' Power4You geeft deze opdracht aan 4 verschillende zusterbedrijven die ieder gespecialiseerd zijn op een ander gebied;*  
- *MechPow: gespecialiseerd in het omzetten van mechanische energie naar elektrische energie, gebruikmaken van dynamo's;*

- *SunPow: gespecialiseerd in de omzetting: lichtenergie naar elektrische energie: gebruikmaken van zonnecellen;*
- *FuelPow: maakt gebruik van brandstofcellen om elektrische energie op te wekken;*
- *AltoPow: alternatieve methoden om elektrische energie op te wekken met behulp van de zuil van Volta, citroenbatterij en dergelijke."*

- **Samenhangend Leren Voortgezet Onderwijs" (SaLVO)**

Binnen het SaLVO-project is lesmateriaal ontwikkeld waarin de samenhang tussen wiskunde en de natuurwetenschappen wordt versterkt. Er zijn lesmodules en lesbrieven voor zowel de onder- als de bovenbouw. De delen 15 (*Verhoudingen en evenredigheid*) en 16 (*Evenredigheid en exponenten*) zijn door K. Hooijman gemaakt in opdracht van SLO. U vindt de verwijzing naar de website in het hoofdstuk Verdere Informatie.

*"De leerlijn SaLVO! rond verhoudingen, verbanden, formules en grafieken toont de samenhang tussen de vakken natuurkunde, wiskunde, scheikunde, biologie, informatiekunde en economie. Op deze pagina vindt u lesmateriaal bij de veertien delen van de leerlijn. Er is een onderscheid gemaakt tussen lesmateriaal voor de onderbouw en bovenbouw. Daarnaast is er een algemene docentenhandleiding. Deze handleiding gaat onder meer in op de didactische uitgangspunten van het SaLVO-materiaal."*

### **3.3 Samenhang en afstemming tussen wiskunde en de profielvakken**

In een samenwerkingsverband tussen de vernieuwingscommissie wiskunde en SLO, samen met collega's van diverse scholen, is een handreiking (Alink, Van Asselt & Den Braber, 2012) geschreven met de vraag: "Welke mogelijkheden zijn er en aan welke randvoorwaarden moet voldaan worden om afstemming en samenhang beter van de grond te krijgen?"

Zij schrijven:

*"Deze handreiking met voorbeelden is opgesteld op basis van de in de veldraadplegingen gevonden ervaringen met, en opinies over het in het project verzamelde lesmateriaal en over de feitelijke mogelijkheden van afstemming tussen vakken. De bevindingen uit de veldraadplegingen, waarin het gebruik van verzamelde voorbeelden een grote rol spelen, hebben we ondergebracht in drie delen (a., b. en c.) waarin we onderscheiden: beleid in de school, gesprekken met collega's en voorbeeldmateriaal. Ze vormen volgens ons drie belangrijke factoren die scholen (en docenten) helpen om samenhang en afstemming van wiskunde en andere vakken succesvol te maken. Deze factoren zijn:*

- a. *ondersteuning, structuur en schoolbeleid: samen in beleid.*
- b. *overleg tussen secties en profielteams op schoolniveau: samen in gesprek.*
- c. *concrete voorbeelden van bèta- en economietoepassingen in de wiskundeles: samen aan de slag.*

*Deze handreiking is geschreven voor ieder die interesse heeft in het onderwerp 'samenhang tussen de vakken' of graag het gesprek hierover in school op gang wil brengen.*

*Elke factor wordt verder uitgewerkt in één van de drie delen (a., b. en c.) van deze handreiking. De delen zijn aanvullend op elkaar geschreven, maar zijn ook afzonderlijk te lezen en te gebruiken."*

Een verwijzing naar: *Samenhang en afstemming tussen wiskunde en de profielvakken* vindt u bij de referenties.

### 3.4 Integratie van vaardigheden: onderzoeken, ontwerpen en modelleren

De vaardigheden onderzoeken, ontwerpen en modelleren spelen een belangrijke rol in de vernieuwde examenprogramma's. Enkele suggesties hiervoor:

- *Computerondersteund modelleren: Eeuwenlang meten? Modelleren van radioactief verval* (Ormel & Savelsbergh, 2006). Een module voor de vakken natuurkunde en wiskunde waarbij een model wordt gemaakt van een verval met behulp van het programma Powersim. Er wordt ook gekeken naar een keten van vervalprocessen. Te vinden door te zoeken op de titel.
- *Getting Practical* (een verwijzing vindt u in het hoofdstuk *Verdere Informatie*) een manier om eens goed naar het praktisch werk binnen de verschillende vakken te kijken. De bètasteunpunten Oost (Universiteit Twente), Zuid (TU Eindhoven), Arnhem-Nijmegen (Radboud Universiteit) en Zuid-Holland (TU Delft) bieden de Cursus Getting Practical aan binnen hun nascholingsprogramma. Zij schrijven:  
*"Practisch werk is in het onderwijs voor scheikunde, natuurkunde, biologie en andere bètavakken een onmisbaar onderdeel van het lesprogramma. Bij deze vakken staat praktisch werk onder druk, niet alleen in tijd, maar ook in kwaliteit. De training Getting Practical helpt docenten en technisch assistenten een analyse te maken van het praktische werk dat zij bij hun vak aanbieden. Om zo de effectiviteit te verbeteren en daarmee te bereiken dat leerlingen er meer van opsteken. Door werkwijze en inhoud blijkt de cursus docenten uit aansluitende onderwijsniveaus een gemeenschappelijk gesprekstema te bieden. Hierdoor krijgen zij zicht op de problematiek die leerlingen ervaren bij de overstap van onder- naar bovenbouw of van voortgezet onderwijs naar hoger onderwijs. Dit helpt om die aansluiting te verbeteren.*  
*Getting Practical zorgt dat een bètateam een analyse leert maken van de doelen van het practicum en daardoor ook van de theoretische doelen uit het programma. De training helpt om leerlijnen op elkaar af te stemmen en zo effectief onderwijs te geven.*
- Verschillende *NLT-modules* sluiten aan bij het examenprogramma van de monovakken. Scholen die NLT aanbieden kunnen deze modules gebruiken om extra diepgang te bieden voor die leerlingen die het monovak ook hebben. Bijvoorbeeld in de module 'Medische Beeldvorming' volgen leerlingen met biologie (N&G) een ander traject dan de leerlingen met natuurkunde (met eventueel N&G, N&T). Een ander voorbeeld is 'Dynamisch modelleren' voor vwo. Deze module gaat dieper op het modelleren in dan voor de natuurkunde of biologie nodig is. Een leerling met NLT én natuurkunde of biologie voldoet met deze module aan de eisen van wat hij bij het monovak moet kennen en kunnen met betrekking tot het modelleren. Een overzicht van de NLT-modules vindt u op: <http://betavak-nlt.nl/les/>.
- In alle bètavakken zijn de vaardigheden 'onderzoeken', 'ontwerpen' en 'modelvorming' opgenomen in domein A. Het ligt voor de hand om dit met de andere vakken goed af te stemmen. Dat zou kunnen door het leren van vaardigheden in een 'vaardighedenband' aan te bieden. Dat is een gemeenschappelijk uur (of meerdere uren) naast de monovakken en NLT. Die afstemming zou ook kunnen door al in de onderbouw te kijken welke vakspecifieke eisen er aan vaardigheden worden gesteld. Zo moeten leerlingen - heel praktisch - kunnen beschrijven hoe een (meet)verslag gemaakt wordt, hoe je grafieken en tabellen moet maken, hoe je moet omgaan met de nauwkeurigheid van metingen. En, wat verwachten we van een 'conclusie' bij een (meet)verslag?
- Verschillende universiteiten en hogescholen bieden ondersteuning aan bij het maken van profielwerkstukken en bij practica. Leerlingen kunnen daar vaak ook terecht voor het volgen van masterclasses. Zie hiervoor bijlage 5 van de NLT-handreiking.

# 4. Samenhang met behulp van het samenhangbestand

In hoofdstuk 2 staat wat we bedoelen met samenhang in het onderwijs en hoe je die kunt organiseren. In hoofdstuk 3 worden een aantal onderwerpen aangegeven die zouden kunnen leiden tot die beoogde samenhang.

Dit hoofdstuk gaat in op de vraag op welke manier je door kennis te nemen van elkaars examenprogramma kunt komen tot afstemming op het niveau van het examenprogramma of van lesmateriaal.

## 4.1 Afstemming in het examenprogramma

Vóórdat u met de verschillende secties bij elkaar gaat zitten, kunt u nagaan welke onderwerpen van uw examenprogramma aan examenprogramma's van andere vakken gekoppeld zijn. Door dan ook te kijken in het examenprogramma van die vakken kunt u beslissen of u deze koppeling ook wilt laten terugkomen binnen úw onderwijs.

In het 'samenhangbestand' (zie bijlage 1, als afzonderlijk bestand te downloaden) zijn de examenprogramma's van biologie, natuurkunde en scheikunde naast elkaar gezet. Ieder tabblad gaat uit van één vak (havo en vwo staan in verschillende tabbladen). Daarin worden de (sub)domeinen en specificaties aangegeven. In de rechter kolommen wordt aangegeven of een dergelijk beschreven specificatie ook voorkomt in een examenprogramma van een ander vak. Zie figuur 4.1.

VWO Biologie						Natuurkunde	Scheikunde
Domein	Subdomein		Specificatie en deelconcepten				
Nr	Titel	Nr	Titel	Nr	Titel		
A	Vaardigheden						
B	Zelfregulatie	B1	Eiwitsynthese	G: Humane genetici in academische centra doen experimenteel DNA onderzoek om patiënten met de ziekte van Duchenne weer functioneel dystrofine te laten aanmaken. VP: Biotechnologen bij bureau genetisch gemodificeerde	B1.1	DNA	G12 G14
			de concepten DNA en eiwitsynthese ten minste in contexten op het gebied van gezondheid en voedselproductie verklaren op welke wijze zelfregulatie op moleculair niveau plaatsvindt			1. de bouw van DNA en RNA beschrijven en de verschillen toelichten; 2. de functies van DNA en van mRNA, tRNA en rRNA benoemen en het verband beschrijven met de bouw ervan;	G12 G14

Figuur 4.1 Voorbeeld uit samenhangbestand

In het vakgroepoverleg bespreekt u deze koppelingen met de andere vakgroepleden en gaat u na of deze werkelijk organisatorisch (tijd, plaats in het rooster) geregeld kunnen worden. Zie onderstaande figuur 4.2.

Wat?	Met wie?
Vergelijken eigen met andere examenprogramma's	Overleg met sectiegenoten
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nagaan welke samenhangonderwerpen er bestaan bij de andere vakken.</li> <li>• Kort nagaan of deze onderwerpen ook de moeite waard zijn om uitgewerkt te worden.</li> </ul>	
Overleg met vakgroepleden	Overleg met vakgroepleden
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nagaan welke (inhoudelijke) onderwerpen besproken moeten worden bij de verschillende vakken. Stemmen deze overeen? Vullen deze elkaar aan? Welke woorden en (vak)termen worden gebruikt?</li> <li>• Op welke manier wordt de samenhang vormgegeven? Is de vakinhoud een illustratie voor een ander vak en wordt er naar verwezen? Is er afstemming van formuleringen, afstemming van leerlijnen, afstemming van inhoud?</li> <li>• In welke periode worden deze onderwerpen 'gewoonlijk' behandeld? Kan daarin geschoven worden?</li> <li>• Nagaan welke zaken geregeld moeten worden: denk aan een aanpassing van het PTA. Is het nodig om les- en lokalenroosters op elkaar af te stemmen? Zijn er (extra) practicummaterialen nodig?</li> <li>• Afspraken maken wie wát gaat regelen.</li> </ul>	
Overleg binnen vakgroep	Overleg met betrokken docenten
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verder uitwerken van de plannen, tot op lesniveau.</li> <li>• Bijhouden van de ervaringen, bijstellen van de plannen.</li> <li>• Vastleggen van de ervaringen voor mogelijk volgende jaren.</li> </ul>	

Figuur 4.2 Stappen in het gebruik van de samenhangtabel

## 4.2 Afstemming in het lesmateriaal

Een andere manier om kennis te nemen van het lesprogramma van een ander vak is het doornemen van de lesboeken die bij het andere vak worden gebruikt. Dat kan het beste georganiseerd worden tijdens een overleg, zodat er direct gereageerd kan worden op vragen die zich aandienen. De valkuil bij deze aanpak is dat de discussie al vrij snel inhoudelijk gaat worden, terwijl samenhang in dit stadium eerst globaal bekeken zou moeten worden. Zie Figuur 4.3.

Wat?	Met wie?
Kijken in de <i>lesboeken</i> van andere secties	Overleg met vakgroepleden
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Per sectie doornemen van de lesboeken, globaal op onderwerp, niet in de diepte.</li> <li>• Aangeven van mogelijkheden om te komen tot samenhang.</li> </ul>	
Overleg binnen de sectie	Overleg met sectieleden
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nagaan of de mogelijkheden ook voordeel opleveren voor de leerlingen.</li> <li>• Nagaan welke zaken geregeld moeten worden: denk aan een aanpassing van het PTA. Is het nodig om les- en lokalenroosters op elkaar af te stemmen? Zijn er (extra) practicummaterialen nodig?</li> <li>• Afspraken maken wie wát gaat regelen.</li> </ul>	
Overleg binnen vakgroep	Overleg met betrokken docenten
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verder uitwerken van de plannen, tot op lesniveau.</li> <li>• Bijhouden van de ervaringen, bijstellen van de plannen</li> <li>• Vastleggen van de ervaringen voor mogelijk volgende jaren.</li> </ul>	

Figuur 4.3 Afstemming in het lesmateriaal





## 5. Mogelijkheden voor toetsing en weging in het SE

Als onderwerpen in samenhang gegeven worden, is dat voor leerlingen nuttig omdat ze die onderwerpen dan vaker tegenkomen, dus vaak beter begrijpen. Omdat ze de onderwerpen op meer plaatsen, met meer verbindende concepten tegenkomen kunnen ze het beter onthouden en toepassen in andere situaties. Soms levert het tijdswinst op: een onderwerp hoeft immers maar één keer 'geleerd' worden. En of dat bij scheikunde gebeurt of bij natuurkunde, dat zal voor de leerling niet veel uitmaken.

Wél moet goed beschreven worden wat een leerling moet kennen en kunnen en hoe en wanneer dat getoetst wordt. Ontwerpvaardigheden kunnen bij scheikunde aan de orde komen. Voor N&G- en N&T-leerlingen kunnen deze vaardigheden dan bij natuurkunde afgevinkt worden. Houdt u wel rekening met de accenten in eisen die gelegd worden bij de verschillende vakken.

Een goede beschrijving in het PTA is daarom nodig. In dit hoofdstuk worden een aantal mogelijkheden besproken om vakoverstijgende praktische vaardigheden te toetsen, te beoordelen en mee te laten tellen in het SE.

### 5.1 Vakoverstijgende SE-opgaven en praktische opdrachten

Cito heeft twee modules ontwikkeld voor meerdere vakken binnen havo/vwo-bovenbouw. Ook heeft dit instituut schriftelijke toetsopgaven en praktische opdrachten gemaakt die passen bij de nieuwe examenprogramma's. De toelichting (cursief) is afkomstig van [www.cito.nl](http://www.cito.nl).

#### 5.1.1 Europa

*"De rol van jongeren is bepalend voor de toekomst van de Europese Unie. Het is daarom belangrijk dat zij betrokken zijn bij de discussie over de Europese Unie en daarvoor de noodzakelijke informatie krijgen. Het themamateriaal Europa biedt u en uw leerlingen de mogelijkheid actief aan de slag te gaan met opdrachten over Europa. Hieronder leest u een overzicht van de opdrachten per vak.*

*Europa voor de bovenbouw van havo en vwo bestaat uit uitgaven voor de volgende vakken: aardrijkskunde, ANW, bewegen, sport en maatschappij (BSM), biologie, economie, Engels, Frans, geschiedenis/maatschappijleer, kunst (algemeen), natuurkunde, Nederlands, scheikunde, wiskunde."*

#### **Biologie**

*"In de opdracht 'Europa in de zon' staat de invloed van zonlicht op de huid en de werking van zonnebrandmiddelen centraal. Het uitgangspunt hierbij is de Europese regelgeving op dit terrein. Daar wordt een breed scala aan vakinhoudelijke onderwerpen aan opgehangen. De opdracht bestaat uit een theoretisch en een praktisch deel. De leerlingen beantwoorden vragen over de invloed en de gevolgen van UV-straling op de huid van mensen, over de werking van zonnebrandmiddelen en over de manier waarop de industrie deze middelen test. In het praktische deel doen de leerlingen onderzoek naar de werking van een zonnebrandmiddel met een hoge sun protection factor (spf)."*

## **Natuurkunde**

*"In de opdracht 'Snelle treinen in Europa' voor het havo-schoolexamen verdiepen de leerlingen zich in de natuurkundige aspecten van de realisatie van snelle treinverbindingen. Aan de orde komen:*

- *de noodzaak en de planning van snelle treinen;*
- *spoorbanen voor snelle treinen;*
- *treinstellen voor snelle treinen;*
- *spanning op de bovenleiding.*

*De opdracht 'De warmtebalans van de aarde' voor het vwo-schoolexamen natuurkunde gaat over klimaatverandering. De leerlingen bestuderen de verandering van het klimaat aan de hand van natuurkundige theorieën. Ze komen tot formules die ze inpassen in klimaatmodellen.*

*In de opdracht komen de volgende vakgerichte vaardigheden aan de orde:*

- *rekenvaardigheden;*
- *vaardigheden om modelregels te begrijpen;*
- *vaardigheden om modellen toe te passen en conclusies te trekken."*

## **Scheikunde**

*"In de toets 'Wijn en de Europese Unie' van deze uitgave komt het alcoholgehalte van wijn aan de orde evenals het gebruik van sulfiet in wijnen. De Europese regelgeving rond wijn wordt daarbij betrokken. De toets sluit aan bij eindtermen uit het examenprogramma scheikunde havo/vwo."*

### **5.1.2 Nederland leeft met water**

*"Water is voor iedereen, is overal ter wereld en is van groot belang. Het onderwerp biedt genoeg aanknopingspunten voor veel vakken. Ook in de toekomst blijft water een belangrijk aandachtspunt, zeker nu de klimaatsverandering hoog op de agenda staat. Hieronder leest u een overzicht van de opdrachten per vak.*

*Voor de bovenbouw van havo en vwo zijn de volgende uitgaven beschikbaar: biologie, economie, kunst (algemeen), oriëntatie op studie en beroep, scheikunde, wiskunde."*

## **Biologie**

*"In de opdracht 'Klimaatverandering en de mossel' onderzoeken de leerlingen de effecten van klimaatverandering op de mossel. De opdracht bestaat uit een theoretisch en een praktisch deel. In het theoretische onderdeel verzamelen ze informatie over het onderwerp en presenteren ze deze informatie in een Powerpoint-presentatie. In het praktische deel onderzoeken ze de bouw van de mossel en de invloed van CO<sub>2</sub> op de mosselschelp. De resultaten van het onderzoek leggen ze vast in een verslag."*

## **Scheikunde**

*"In de opdracht 'Water en de bestrijding van legionella' maken de leerlingen kennis met een vrij nieuwe methode (koper-zilver-ionisatie) om besmetting van drinkwater met de legionellabacterie te voorkomen.*

*Na een inleiding over legionellabesmetting en diverse methoden om deze te voorkomen en te bestrijden, volgt een serie theorievragen en een practicum waarin het Cu<sup>2+</sup> gehalte van drinkwater wordt bepaald. Hierbij wordt van vwo-leerlingen meer gevraagd dan van havo-leerlingen. De opdracht sluit aan bij eindtermen uit de examenprogramma's scheikunde."*

### **5.1.3 Opgaven voor schoolexamens bij het nieuwe examenprogramma biologie, natuurkunde en scheikunde**

Cito heeft aan de nieuwe examenprogramma's aangepaste schriftelijke toetsen en praktische opdrachten verzameld. Ze zijn op cd-rom per vak te bestellen bij Cito.

## 5.2 Vakoverstijgende toetsing van vaardigheden

Vakoverstijgende toetsing van vaardigheden binnen de bètavakken ligt voor de hand. Kijkend naar domein A zien we tot en met A9 eensluitende omschrijvingen voor alle bètavakken. Binnen een project of module kunnen deze vaardigheden getoetst worden. Bijvoorbeeld in een module over experimenteel onderzoek verrichten: leerlingen onderzoeken de werking van een brandstofcel in een module bij natuurkunde en scheikunde. Op internet zoeken ze betrouwbare bronnen over de werking van de cel, ze vergelijken die met de uitleg over reacties in hun eigen lesmethode en onderzoeken bij welke belasting de cel het grootste rendement heeft. In deze module maken ze gebruik van ICT, volgen de natuurwetenschappelijke onderzoeksmethode en integreren hun experimentele gegevens met de theorie over reactievergelijkingen en elektrische schakelingen.

De mate van vaardigheid waarmee leerlingen deze opdracht uitvoeren kan bij scheikunde en natuurkunde beoordeeld worden.

Deze manier om vaardigheden te beoordelen vindt u terug bij:

- Cito: de praktische opdrachten bij de opdrachten *Europa* en *Nederland leeft met water*.
- Getting Practical: voor een vakoverstijgende vaardighedenlijst: zie hoofdstuk 3.
- Power4You: een project voor natuurkunde en scheikunde: zie hoofdstuk 3.

Méer over de beoordeling van praktische vaardigheden vindt u op: [www.schoolexamensvo.nl](http://www.schoolexamensvo.nl) (kies natuurkunde of scheikunde).

## 5.3 Weging van praktische opdrachten

De praktische opdrachten krijgen over het algemeen in het 'oude' (2007) programma een weging van 10-20% van het SE-cijfer (bron: enquête op de website <http://www.schoolexamensvo.nl/voor-docenten/vakken/natuurkunde>). Als er behalve vaardigheden ook inhoudelijke aspecten getoetst worden, zou het mogelijk zijn om deze toetsen méér gewicht te geven, vergelijkbaar met schriftelijke SE-toetsen.

Het is mogelijk om onderdelen die per leerling verschillen, in het PTA op te nemen.

Bijvoorbeeld: een leerling voert een praktische opdracht uit op de universiteit. Hij onderzoekt de bouw en werking van biologische fotocellen. Daarbij komen een aantal onderdelen uit het examenprogramma van biologie én natuurkunde aan de orde. Voor het uitvoeren van de experimenten zijn vaardigheden op een vrij hoog niveau nodig. Het is mogelijk om deze opdracht in het PTA van deze leerling op te nemen. De beoordeling telt dan mee voor inhoudelijke en praktische onderdelen.

Het is vaak lastig om dit soort PTA's te maken omdat het niet altijd duidelijk is wat een leerling in die drie (of twee) bovenbouwjaren precies gaat doen. Een optie is om een dergelijk onderzoek in algemenere zin op te nemen in het PTA. Bijvoorbeeld als praktische opdracht met de toelichting dat deze opdracht in overleg met de docent zal gebeuren. Het is dan nog mogelijk om iedereen een (vergelijkbare) opdracht te geven, op school, of op een andere plaats. Voor het inhoudelijke deel is dat lastiger. Gewoonlijk wordt dat deel schriftelijk op een bepaalde tijd getoetst. In het PTA kan worden opgenomen dat een schriftelijke toets vervangen kan worden door een onderzoek. De beoordeling van dat onderzoek is dan vervangend voor de schriftelijke toets. De weging telt in dat geval even zwaar als de weging van de schriftelijke toets.

De toetsing en beoordeling van vakoverstijgende praktische vaardigheden kan bij verschillende vakken terugkomen. In het PTA staat dan bij ieder vak een praktische opdracht beschreven.



## 6. Verdere informatie

Wilt u meer algemene informatie over uw eigen vak, over samenhang in het algemeen, de ontwikkeling van samenhang, over hoe samenhang bij verschillende vakken is te organiseren of over het maken en beoordelen van schoolexamtoetsen, dan kunt u dit vinden in de onderstaande bronnen.

Handreikingen voor diverse vakken, waaronder biologie, natuurkunde, NLT, scheikunde:  
<http://www.slo.nl/voortgezet/tweedefase/schoolexamen/handreikingen/>.

Over de kwaliteit van het schoolexamen, het maken en beoordelen van (schoolexamen) toetsen: [www.schoolexamensvo.nl](http://www.schoolexamensvo.nl).

De leerlijn SaLVO! rond verhoudingen, verbanden, formules en grafieken toont de samenhang tussen de vakken natuurkunde, wiskunde, scheikunde, biologie, informatiekunde en economie. Zie: <http://www.fisme.uu.nl/salvo/lesmateriaal/index.php?ct=1>.

Samenhang in het natuurwetenschappelijk onderwijs voor havo en vwo. Boersma, K., e.a. (2010), Stichting IOBT, 2010, <http://www.betanova.nl/documentatie/achtergrond/>.

Samenhang tussen  $\beta$ -vakken, presentatie Jenneke Krüger, 2011, <http://www.betanova.nl/documentatie/conferenties/>.

Wilt u voorbeelden van lesmateriaal, dan kunt u dat vinden bij onderstaande bronnen.

Getting Practical is een in Groot-Brittannië ontwikkelde cursus om docenten te helpen om praktisch werk in de bètavakken effectief vorm te geven. Zie: [www.gettingpractical.nl](http://www.gettingpractical.nl).

Een overzicht van lesmateriaal van de vakvernieuwingscommissies waarbij gekeken is naar mogelijke kans op samenhang. Door Heleen Muijlwijk, SLO, 2009, zie: [http://www.betanova.nl/downloads/samenhang/Lesmateriaal\\_20vvc\\_20samenhang\\_202009.pdf](http://www.betanova.nl/downloads/samenhang/Lesmateriaal_20vvc_20samenhang_202009.pdf)

Voorbeeld lesmateriaal voor biologie en scheikunde, natuurkunde en wiskunde, natuurkunde en scheikunde. Zie: <http://www.betanova.nl/documentatie/samenhang/>.



# Referenties

Alink, N., Asselt, R. van, Braber, N. den (2012). Samenhang en afstemming tussen wiskunde en de profielvakken. Enschede: SLO: verkregen op 8 november 2013 van <http://www.slo.nl/downloads/2012/samenhang-en-afstemming-tussen-wiskunde-en-de-profielvakken.pdf/>.

Commissie Vernieuwing Biologieonderwijs (2005). *Vernieuwd biologieonderwijs. Van 4 tot 18 jaar*. Utrecht: Commissie Vernieuwing Biologieonderwijs: verkregen op 8 november 2013 van <http://www.betanova.nl/documentatie/visie/>.

Commissie Vernieuwing Biologieonderwijs (2010). *Naar actueel, relevant en samenhangend biologieonderwijs*. Utrecht: Commissie Vernieuwing Biologie Onderwijs: verkregen op 8 november 2013 van <http://www.betanova.nl/documentatie/visie/>.

Commissie Vernieuwing Natuurkundeonderwijs havo/vwo (2006). *Natuurkunde leeft*. Amsterdam: Nederlandse Natuurkundige Vereniging: verkregen op 8 november 2013 van <http://www.betanova.nl/documentatie/visie/>.

Commissie Vernieuwing Natuurkundeonderwijs havo/vwo (2010). *Nieuwe natuurkunde, advies-examenprogramma's voor havo en vwo*. Amsterdam: Nederlandse Natuurkundige Vereniging: verkregen op 8 november 2013 van <http://www.betanova.nl/documentatie/visie/>.

Stuurgroep NLT (2007). *Contouren van een nieuw bètavak*. Enschede: SLO: verkregen op 8 november 2013 van <http://www.betanova.nl/documentatie/visie/>.

Stuurgroep NLT (2010). *Advies beproefd examenprogramma NLT*. Enschede: SLO: verkregen op 8 november 2013 van <http://www.betanova.nl/documentatie/visie/>.

Commissie Vernieuwing Scheikunde Havo en Vwo (2003). *Chemie tussen context en concept*. Enschede: SLO: verkregen op 8 november 2013 van <http://www.betanova.nl/documentatie/visie/>.

Stuurgroep Nieuwe Scheikunde (2010). *Scheikunde in de dynamiek van de toekomst*. Enschede: SLO: verkregen op 8 november 2013 van <http://www.betanova.nl/documentatie/visie/>.

Commissie Toekomst WiskundeOnderwijs (2007). *Rijk aan betekenis*. Utrecht: Commissie Toekomst WiskundeOnderwijs, verkregen op 8 november 2013 van <http://www.betanova.nl/documentatie/visie/>.

Commissie Toekomst WiskundeOnderwijs (2012). *Denken en doen*. Utrecht: Commissie Toekomst WiskundeOnderwijs, verkregen op 8 november 2013 van <http://www.betanova.nl/documentatie/visie/>.

Genseberger, R. (2012). *Op weg naar meer samenhang in het bètaonderwijs, eindverslag multipilotproject (2008-2011)*. Enschede: SLO: verkregen op 8 november 2013 van <http://www.slo.nl/organisatie/recentepublicaties/evaluatiemultipilotproject/>.

Giessen, C. van de, Hengeveld, T., Kooij, H. van de, Rijke, K., & Sonneveld, W. (2007). *Eindverslag Werkgroep afstemming Wiskunde-Natuurkunde*, Utrecht: verkregen op 8 november 2013 van [http://www.fi.uu.nl/publicaties/literatuur/20070107\\_eindverslag\\_werkgroep\\_wi\\_na.pdf](http://www.fi.uu.nl/publicaties/literatuur/20070107_eindverslag_werkgroep_wi_na.pdf).

Kuiper, W., Folmer, E., & Ottevanger, W. (2011). *Curriculumevaluatie bètaonderwijs tweede fase*. Enschede: SLO: verkregen op 8 november 2013 van <http://www.slo.nl/curriculumevaluatie>.

Ormel, B., & Savelsbergh, E. (2006). *Eeuwenlang meten? Modelleren van radioactief verval*. Utrecht, verkregen op 8 november 2013 van <http://www.fisme.science.uu.nl/toepassingen/00737/>.



# Bijlage 1 Het samenhangbestand

## De opbouw van het Exceldocument

Het *samenhangbestand* is een Excelbestand wat afzonderlijk is te downloaden. Door handig te manipuleren met dit bestand krijgt u een overzicht van kansen waar samenhang te realiseren is. In deze bijlage staat een beschrijving van het gebruik van dit bestand.

## Tabbladen

Tot nu toe bestaat *SamenhangBetavakken.xlsm* uit zes tabbladen met daarin de examenprogramma's voor de vakken biologie, natuurkunde en scheikunde voor vwo en havo. In het bestand heeft elk vak een eigen kleur gekregen. **Biologie** is groen, **natuurkunde** rood en **scheikunde** blauw. Het gebruikmaken van deze kleuren zorgt voor een visuele herkenning van de verschillende vakken, wat het bestand overzichtelijk maakt.

## Kolommenopbouw

In de eerste kolommen van het tabblad staan de domeinen weergegeven, daarna de subdomeinen, gevolgd door de 'specificaties en deelconcepten'. Daarnaast staan de kolommen met verwijzingen naar een ander vak. De domeinen, subdomeinen en 'specificaties en deelconcepten' zijn letterlijk overgenomen uit de syllabi en handreikingen. De cellen met de witte achtergrond zijn de onderdelen die getoetst *moeten* worden in het CE en *mogen* worden in het SE. De gekleurde cellen bevatten het SE-deel. De daarbij horende 'specificaties en deelconcepten' komen uit de handreikingen en zijn dus een mogelijke interpretatie. Daarom is ervoor gekozen om deze cellen cursief weer te geven. Zie figuur 1 voor het natuurkundetabblad

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
	VWO Natuurkunde									
	Domein		Subdomein			Specificatie				Scheikunde
	Nr	Titel	Nr	Titel	De kandidaat kan...	Nr	de kandidaat kan ...			
<b>CE-deel</b>										
Uit svllabi	146	→					het quantum-tunneleffect beschrijven aan de hand van een eenvoudig model en daarbij aangeven hoe de kans op tunneling afhangt van de massa van het deeltje en de hoogte en breedte van de ...			
	147						Tunneling Microscope (STM), alfa-verval			
<b>SE-deel</b>	148	→	F2*	Relativiteitstheorie	... in gedachte-experimenten en toepassingen de verschijnselen tijdrek en lengtekrimp verklaren aan de hand van de begrippen lichtsnelheid, gelijktijdigheid en referentiestelsel	F2.1	Mogelijke vakbegrippen: gelijktijdigheid, tijdrek, Lorentztransformaties, energie, impuls, massa, lengtekrimp, tweelingparadox,			<b>SE-deel</b>
Uit syllabi	149					F2.2	Mogelijke contexten: * Fundamenteel natuurkundig onderzoek			Uit handreiking
	151					G1.1	Mogelijke vakbegrippen: Diffusie, viscositeit, zenuwgeleiding, actiepotentiaal, determinisme, entropie.			
	152	G	Leven en aarde	G1*	Biofysica		... in de context van levende systemen fysische verschijnselen en processen beschrijven, analyseren en verklaren			

Figuur 1 De opbouw van het natuurkundetabblad

De (sub)domeinen en specificaties zijn verdeeld over verschillende rijen. Nu kan er handig gebruik worden gemaakt van filters en verwijzingen ('hyperlinks'). Voor biologie zijn extra kolommen toegevoegd met daarin de uitgebreide beschrijving van het domein en de voorbeeldconcepten (zie figuur 2).

Om dit tabblad wat compacter te maken is het mogelijk om kolommen met beschrijvingen te verbergen met de minbutton (⊖) boven de kolommen. De verborgen kolommen kunnen weer zichtbaar worden gemaakt met de plusbutton (+).

Domein		Subdomein	Specificatie en deelconcepten	Natuurkun
Nr	Titel	Nr	Titel	
A	Vaardigheden			
B	Zelfregulatie De biologie, de leer van het leven, bestudeert het leven nn	B1	Eiwitsynthese	
			B1.1	DNA

Figuur 2 Het verbergen en zichtbaar maken van kolommen met het **Biologietabblad** als voorbeeld. Kolom C is zichtbaar. Om deze te verbergen: druk op . Kolom F en G zijn verborgen. Om deze zichtbaar te maken: druk op .

### Rijenopbouw

Op de eerste regel van elk domein staat het eerste subdomein en de 'specificaties en deelconcepten'. Er is niet vaak sprake van een totale overlap op domein- of subdomeinniveau. Als dit toch het geval is, wordt de verwijzing gegeven in de eerste cel van het domein en staat er in de opmerking (rood driehoekje rechtsboven in de cel) in vet het domein of subdomein weergegeven (zie figuur 3).

De kandidaat kan...		Specificatie	Natuurkunde	Biologie
Nr	Titel	Nr	Titel	
	deeltjesmodellen beschrijven en gebruiken	B1.1	met behulp van een atoommodel van kern en elektronen de bouw van atomen, radicalen en ionen beschrijven en daarbij de volgende begrippen gebruiken: * bouw van de kern; - protonen, neutronen, - massagetal, atoomnummer, - iontonen	E1 B - Eigenschappen van stoffen en materialen

Figuur 3 Voorbeeld van een verwijzing op domeinniveau. Het domein B (Stoffen en materialen) in de chemie) in het **scheikundetabblad** heeft een verwijzing naar E1 (Eigenschappen van stoffen en materialen) in het **natuurkundetabblad**.


### Cellen

Om gemakkelijk te kunnen werken met filters, en om het Excelandocument overzichtelijk te houden, zijn er op celniveau een paar lay-outtrucs toegepast:

- Alleen de tekst van de eerste rij waar een nieuw domein of subdomein voorkomt is zwart. Bijvoorbeeld: In het vwo-biologietabblad staat dus in cel B8-B132 in witte of lichtgroene letters de tekst "Zelfregulatie" (zie figuur 4).
- De cellen met veel tekst (onder andere 'De kandidaat kan...'-cellen) zijn verticaal samengevoegd. Daardoor hoeven deze cellen nu niet erg breed en hoog te zijn om alle tekst te kunnen zien. In het vwo-biologietabblad beslaat de beschrijving van domein B de cellen C7-C132 (zie figuur 4).

VWO Biologie					
Domein			Subdomein		
Nr	Titel	Beschrijving	Nr	Titel	De kandidaat kan met behulp Voorbe
6	A	Vaardigheden			
7	B	Zelfregulatie	B1	Eiwitsynthese	G: Huma
8	B	Zelfregulatie			centra d
9	B				onderzo
10					van Duc

Figuur 4 De opbouw op celniveau met het tabblad VWO Biologie als voorbeeld

De cellen met de verwijzingen zijn hyperlinks en allemaal voorzien van een opmerking (de tekst onder het driehoekje rechtsboven , wordt zichtbaar als je erop staat). De link verwijst naar de cel met de letter-/nummercombinatie (Nr) in het tabblad waarmee de samenhang gevonden is. In de opmerking staat wat de samenhang is met het andere vak waar op dat moment naar gekeken wordt. Omdat er maar één hyperlink kan worden gemaakt per cel heeft elke verwijzing een aparte cel.

#### Het werken met de filters



De filters zijn alleen toepasbaar in de niet-samengevoegde cellen. Alleen op de plekken waar de filter toepasbaar is, wordt de filterfunctie gegeven.



#### Kolommen filter WEL toepasbaar

Biologie	A B D E H
Natuurkunde	A B C D F
Scheikunde	A B C D F

#### Voorbeeld 1

Stel je bent geïnteresseerd in de vraag welke samenhang er bestaat tussen biologie domein D (reproductie) en de vakken natuurkunde en scheikunde. Er zijn twee mogelijkheden om alleen de betreffende rijen te selecteren met behulp van de filters (zie figuur 5).

- Mogelijkheid 1  
Druk op de filter () bij Nr. en verwijder het vinkje bij: 'Alles selecteren'. Vink daarna 'D' aan en druk op OK.
- Mogelijkheid 2  
Druk op de filter () bij Titel en verwijder het vinkje bij 'Alles selecteren'. Vink daarna 'Reproductie' aan en druk op OK.

Als resultaat zie je alleen de rijen van domein D. Als er een filter aanstaat, verandert  in  en zie je dat de gefilterde rijen een blauw rijnummer hebben.

S299				
A	B	C	D	E
<b>VWO Biologie</b>				
<b>Domein</b>		<b>Subdomein</b>		
Nr	Titel	Beschrijving	Nr	Titel
5				
<div style="border: 1px solid gray; padding: 5px;">           Sorteren van A naar Z            Sorteren van Z naar A            Sorteren op kleur            Filter uit (Kolom A) wissen            Filteren op kleur            Tekstfilters            Zoeken  <input checked="" type="checkbox"/> (Alles selecteren)  <input type="checkbox"/> A  <input type="checkbox"/> B  <input type="checkbox"/> C  <input checked="" type="checkbox"/> D  <input type="checkbox"/> E  <input type="checkbox"/> F  <input type="checkbox"/> (Lege cellen)         </div>				
le omgeving.		B2 Stofwisseling van de		
en biologische				
gespecialiseerd				
aalde functie.				
eden kunnen				
n hoger niveau				
gische eenheid				
eigen				
jur. De				
een context: *				
eden herkennen				
ervan				
biologische				
moleculen, cellen,				
men,				
stemen; *				
opname,				
rijfte van				
ie is, en daarbij				
n en tussen de				
ogische				
ijven; *				
teren waarbij				
en vorm van				
enheid naar				
functie wordt				
gezocht, en andersom				

Mogelijkheid 1

S299				
A	B	C	D	E
<b>VWO Biologie</b>				
<b>Domein</b>		<b>Subdomein</b>		
Nr	Titel	Beschrijving	Nr	Titel
5				
<div style="border: 1px solid gray; padding: 5px;">           Sorteren van A naar Z            Sorteren van Z naar A            Sorteren op kleur            Filter uit (Kolom B) wissen            Filteren op kleur            Tekstfilters            Zoeken  <input checked="" type="checkbox"/> (Alles selecteren)  <input type="checkbox"/> Evolutie  <input checked="" type="checkbox"/> Interactie  <input type="checkbox"/> Reproductie  <input type="checkbox"/> Vaardigheden  <input type="checkbox"/> Zelforganisatie  <input type="checkbox"/> Zelfregulatie         </div>				
le omgeving.		B2 Stofwisseling van de		
en biologische				
gespecialiseerd				
aalde functie.				
eden kunnen				
n hoger niveau				
gische eenheid				
eigen				
jur. De				
een context: *				
eden herkennen				
ervan				
biologische				
moleculen, cellen,				
men,				
stemen; *				
opname,				
rijfte van				
ie is, en daarbij				
n en tussen de				
ogische				
ijven; *				
teren waarbij				
en vorm van				
enheid naar				
functie wordt				
gezocht, en andersom				

Mogelijkheid 2

S299				
A	B	C	D	E
<b>VWO Biologie</b>				
<b>Domein</b>		<b>Subdomein</b>		
Nr	Titel	Beschrijving	Nr	Titel
5				
163	D	Interactie		D1 Moleculaire interactie
164		Biologische eenheden worden beïnvloed door hun omgeving, die zowel biotisch als abiotisch van aard kan zijn. Op deze beïnvloeding kunnen de biologische eenheden reageren door zich aan te passen, te verplaatsen of andere reacties te vertonen. Omgekeerd hebben biologische eenheden ook invloed op hun biotische en abiotische omgeving. Interactie verwijst naar het open karakter van de biologische systemen. De kandidaat kan in een context: *		
165		beargumenteren dat een biologische eenheid, van welk organisatieniveau dan ook, voortdurend in interactie is met de omgeving waaronder andere biologische eenheden; *		
166		redeneringen hanteren waarbij uitgewerkt wordt wat interne of externe veranderingen in een biologische eenheid voor gevolgen hebben voor de biologische eenheden op een		
167				
168				
169				
170			D2	Cellulaire interactie
171				
172				
173				
174				

Resultaat

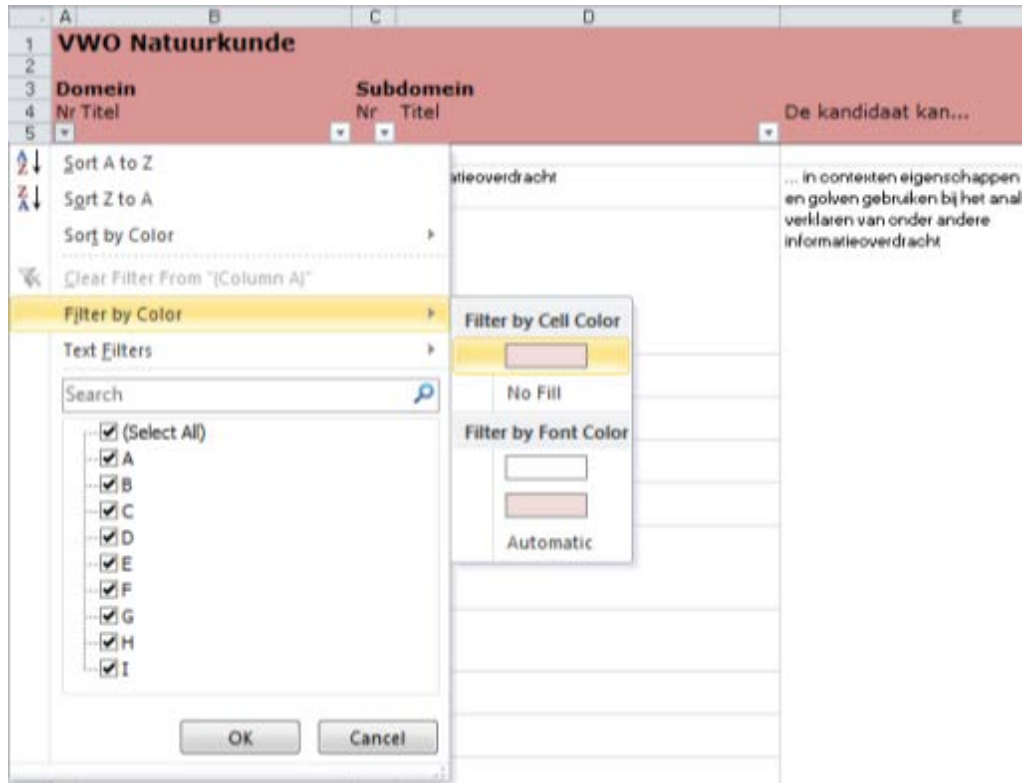
Figuur 5 Werken met filters voorbeeld 1

### Voorbeeld 2

Stel je bent geïnteresseerd in het SE-deel van natuurkunde. Nu filter je op kleur:

Druk op de filter (☑) en verwijder het vinkje bij: 'Alles selecteren'. Druk daarna op Filteren op kleur en selecteer de rode achtergrond bij Filteren op celkleur (zie figuur 6).

Als je juist geïnteresseerd ben in het CE-deel druk je op 'Geen vulling'.



Figuur 6 Werken met filters voorbeeld 2



# Bijlage 2 Ervaringen van (multi-) pilotscholen

## Multipilotproject

In 2007 startten afzonderlijke examenpilots voor de vakken biologie, natuurkunde, scheikunde en wiskunde. Deze pilots waren bedoeld om de onderwijsbaarheid, de haalbaarheid en de toetsbaarheid van de vernieuwde examenprogramma's te onderzoeken. Later kwam daar ook de vraag bij naar het effect van het gelijktijdig invoeren van meerdere vernieuwde programma's. Acht scholen zijn in 2008 gestart in het zogenoemde multipilotproject, een project onder regie van SLO. De deelnemende scholen waren verplicht om minimaal twee experimentele examenprogramma's wiskunde, biologie, natuurkunde of scheikunde uit te voeren.

Het project moest antwoord geven op de vraag:

- in hoeverre en onder welke condities het voor scholen mogelijk is om gelijktijdig meerdere van de vernieuwde examenprogramma's in te voeren;
- in hoeverre en onder welke condities het voor scholen mogelijk is om op basis van de vernieuwde examenprogramma's meer samenhang in het bètaonderwijs te realiseren.

De pilotscholen hebben ook meegedaan aan een evaluatieonderzoek met betrekking tot de vraag in hoeverre de vernieuwing van het bètaonderwijs conform de bedoelingen geschiedt en in hoeverre ieder van de programma's op zich haalbaar, uitvoerbaar en toetsbaar is. Het accent lag op wat pilotdocenten ervaren, vinden en doen en wat hun leerlingen doen, ervaren en leren. In het rapport *'Op weg naar meer samenhang in het bètaonderwijs'*, (Genseberger, 2012), wordt het multipilotproject beschreven mét de ervaringen van de biologie-, natuurkunde- scheikunde- en wiskundedocenten.

In het evaluatierapport: *'Curriculumevaluatie bètaonderwijs tweede fase'* (Kuiper, Folmer & Ottevanger, 2011) wordt antwoord gegeven op de vraag of de in de pilots beproefde examenprogramma's haalbaar, uitvoerbaar en toetsbaar zijn. Ook is onderzocht in hoeverre en onder welke condities gelijktijdige invoering van meerdere examenprogramma's op scholen mogelijk is, in hoeverre afstemming en samenhang mogelijk is en waar dit van afhangt.

## Inhoud en didactiek

Er zijn diverse modules voor de pilot ontwikkeld die aansluiten bij de visie van de vakvernieuwingscommissie. Sommige pilotdocenten hebben zelf meegeschreven aan deze nieuwe modules. De meeste docenten werkten met een combinatie van deze modules en bekend lesmateriaal. Enige zorg was er over de hoeveelheid leerstof.

Tijdens bijeenkomsten die werden georganiseerd door de vakvernieuwingscommissies, werd er zowel over de inhoud als over de didactiek gesproken. Daar bleek ook dat het als stimulerend werd ervaren dat er binnen dezelfde school ook collega's van een ander vak bezig waren met het nieuwe programma voor hun vak. Samen de schouders zetten onder nieuwe inhoud en nadenken over didactiek werd voor menig docent ervaren als echte ondersteuning.

Het overschakelen naar een ander examenprogramma ging niet zo maar. In het eerste jaar wilden de docenten eerst wennen aan het nieuwe programma en de modules van de vakvernieuwingscommissies. Er was zorg over de hoeveelheid leerstof: de modules werden als 'erg vol' ervaren. Bij natuurkunde was er zorg over de tijd die voor het practicum beschikbaar was. Ook over de didactiek was zorg: er werd weer veel klassikaal lesgegeven. Tijdens latere bijeenkomsten bleek dat als er méér ervaring is opgebouwd, de docenten vrijer omgaan met de lesstof en méér tijd kunnen besteden aan nieuwe onderwerpen.

Ook bleek toen dat de onderlinge relaties tussen de docenten, het plezier in het werk én het zelfvertrouwen in eigen handelen van erg groot belang zijn bij het invoeren van de vernieuwde programma's.

### **Streven naar samenhang**

In het tweede jaar kreeg samenhang tussen de vakken steeds meer aandacht. Aanvankelijk beperkte dat zich tot mogelijkheden die onderzoeksvaardigheden wat dit betreft boden. Later ging het ook om samenhang op inhoudelijk gebied. De gelijktijdige ontwikkeling van NLT bevorderde dit proces. Dit vak wordt vaak gezien als een 'smeermiddel' om tot méér samenhang te komen.

In de pilotscholen zocht men vooral naar samenhang vanuit de optiek van: eigen vakonderwerpen in een 'logische volgorde' plaatsen zodat andere vakken daarbij aan kunnen sluiten en tijd besparen door 'geen dingen dubbel te doen'. Later ging men inzien dat het ook belangrijk is dat de leerlingen samenhang ervaren. En dat die samenhang ook tot uiting kan komen in afspraken over de didactiek.

De docenten moeten zich gesteund weten door de schoolleiding. De leiding moet inhoudelijk meedenken in het vernieuwingsproces en aandacht geven aan de vraag of de ontwikkelingen passen bij de visie van de school en bij de schoolcultuur.

De docenten moeten ook gefaciliteerd worden voor het (extra) werk dat de invoering met zich meebrengt. Deze facilitering betreft tijd, ruimte en rooster:

- Tijd: voor het ontwikkelen van nieuw lesmateriaal, voor het zelf uitvoeren/ontwikkelen van practica, voor overleg met collega's, voor het bezoeken van bijeenkomsten over nieuwe ontwikkelingen.
- Ruimte en rooster: voor practica, het inplannen van buitenschoolse activiteiten, het organiseren van een startbijeenkomst (start van een project, activiteit).

Ook moet de schoolleiding waarborgen dat het proces in de loop van de tijd kán doorlopen. Als het na een korte tijd stopt, is de hele tijdsinvestering zinloos geweest. Bijvoorbeeld: een actieve collega met een dubbele bevoegdheid wordt na één jaar in een andere sectie ingeroosterd. Het proces stopt, frustratie alom en er is géén vertrouwen in een ander, volgend project.

Samenvattend is de ervaring van de docenten van multipilotscholen dat samenhang láter beter op gang komt, als er binnen de vakken eerst wat meer ervaring met het nieuwe examenprogramma is. Het gelijktijdig werken aan een nieuwe invulling van het eigen vak levert een verbondenheid met collega's van een ander vak. Die verbondenheid kan ook gebruikt worden door samen ook inhoudelijk naar de vakken te kijken. En met de kennis van het andere vak kan later gekeken worden naar mogelijkheden om samen iets op te zetten.

Ook blijkt uit de ervaring met de invulling van de NLT-lessen dat het scholen helpt om de samenhang tussen de monovakken vorm te geven. De inhoud van de NLT-modules is vakoverstijgend en de docenten die NLT geven hebben elkaar vaak nodig zowel op vakgebied als op didactisch gebied. De lessen NLT geven aanleiding tot méér samenwerking tussen de docenten van de bètavakken. Daarmee is niet gezegd dat de NLT-modules rechtstreeks gebruikt kunnen worden om de samenhang aan te brengen. De NLT-modules gaan vaak dieper in op de inhoud en gaan soms over onderwerpen die niet in de monovakken aan de orde komen.

Het is belangrijk om de lat niet té hoog te leggen, begin eerst met relatief kleine zaken en ga na of dat goed werkt. Daarna kan er meer tijd gestoken worden in wat grotere projecten als duidelijk is dat het een voordeel (voor de leerling, voor de vakken) oplevert.