

ADVIES BEPROEFD EXAMENPROGRAMMA NLT

Eindrapportage Stuurgroep NLT



Jenneke Krüger en Harrie Eijkelhof
december 2010





Colofon

Tekst: Jenneke Krüger, Harrie Eijkelhof
Redactie: Brechje Hollaardt
Vormgeving: Anneliek Holland
Foto's: John Voermans, Gerard van Bree, Nico Kerkhoven, Jan Jaap Wietsma,
Brechje Hollaardt, NSG Groenewoud, Dirk Jan van der Poppe

ADVIES BEPROEFD EXAMENPROGRAMMA NLT

Eindrapportage Stuurgroep NLT



Inhoud

Voorwoord	05
Samenvatting	06
1 Inleiding	09
2 Uitgangspunten, ontwikkeling en invoering van NLT	12
2.1 Visie 2007	13
2.2 Examenprogramma 2007	14
2.3 Ontwikkeling van lesmateriaal	15
2.4 Relatie met scholen	17
3 Uitgevoerd curriculum: het onderwijs in NLT 2007 - 2010	19
3.1 Aantal scholen dat NLT als examenvak aanbiedt	19
3.2 Uitvoerbaarheid	20
3.3 Toetsing	26
3.4 Kwaliteit, niveau, diepgang	27
3.5 Relevantie	28
4 Adviesexamenprogramma havo en vwo	29
4.1 Het huidige examenprogramma havo en vwo	29
4.2 Uitgangspunten voor het adviesexamenprogramma havo en vwo	29
4.3 Aandachtspunten uit raadplegingen	32
4.4 Vergelijking huidige examenprogramma en adviesexamenprogramma	33
4.5 Het adviesexamenprogramma	36
5 Ontwikkelingen na 2010	43
Bronnen	48
Bijlagen	48



Voorwoord

Het interdisciplinaire bètavak natuur, leven, technologie (NLT) is tot stand gekomen dankzij de inzet van vele honderden mensen. De Stuurgroep is verheugd dat zij zoveel enthousiasme en daadkracht aantrof bij docenten, schoolleidingen, technisch onderwijsassistenten en leerlingen in het voortgezet onderwijs, bij de vele medewerkers in hbo-instellingen en universiteiten, bij kennisinstituten en bedrijfsleven en bij vele andere betrokkenen. Zonder hen was de ontwikkeling en invoering van NLT een onmogelijke opgave geweest.

In dit rapport formuleert de Stuurgroep haar advies aan de minister van OCW over het examenprogramma voor NLT. Dit advies is gebaseerd op de ervaringen en onderzoeken van de afgelopen vijf jaar.

In hoofdstuk 1 vindt u een korte beschrijving van de redenen voor de ontwikkeling van NLT. Hoofdstuk 2 schetst de uitgangspunten en het proces van ontwikkeling en invoering. In hoofdstuk 3 wordt het onderwijs in NLT gedurende de eerste drie jaren (2007-2010) besproken, evenals de resultaten van evaluerend onderzoek. Hoofdstuk 4 bespreekt de uitgangspunten voor het advies en bevat het adviesexamenprogramma. De Stuurgroep geeft hier ook advies over het jaar van invoering, uitgaande van een positieve reactie van de minister op het adviesexamenprogramma. In hoofdstuk 5 vestigt de Stuurgroep de aandacht op aspecten die van belang zijn voor een steviger verankering van NLT in de onderwijsstructuur. De betekenis van gebruikte afkortingen vindt u in bijlage V.

Samenvatting

Het nieuwe interdisciplinaire bètavak natuur, leven, technologie (NLT) is ontwikkeld gedurende de periode 2006-2010 en uitgevoerd in de bovenbouw van havo en vwo sinds het schooljaar 2007/2008.

De Stuurgroep NLT kreeg in 2006 van de minister van OCW de opdracht een landelijk examenprogramma voor NLT te ontwerpen en te toetsen in een ontwikkel- en implementatietraject. De Stuurgroep heeft haar visie op het nieuwe vak verwoord in een visiedocument (*Contouren van een nieuw bètavak*). Ze heeft examenprogramma's voor havo en voor vwo ontworpen, en lesmateriaal in de vorm van modules laten ontwikkelen.

De ontwikkeling van NLT heeft plaatsgevonden in een nauwe samenwerking met zowel voortgezet als hoger onderwijs. Ook het bedrijfsleven en kennisinstituten zijn betrokken geweest bij de ontwikkeling van modules. De ontwikkeling van modules is gecoördineerd door de uitvoerende projectgroep, het Landelijk Ontwikkelpunt NLT (LOP).

Vanaf augustus 2007 konden scholen ervoor kiezen om NLT aan te bieden als profielkeuzevak. Het LOP zorgde voor de ondersteuning van invoerscholen en de monitoring van het implementatieproces. De evaluatie van de ontwikkeling en invoering van NLT vond plaats in een evaluatieonderzoek van de SLO (*Curriculumevaluatie Bètaonderwijs Tweede Fase*) en via deelonderzoeken van het LOP. Ook diverse andere onderzoekers richtten hun aandacht op aspecten van de ontwikkeling en invoering van NLT.

Op basis van de ervaringen in de ontwikkel- en implementatieperiode en de onderzoeksresultaten heeft de Stuurgroep het adviesexamenprogramma geformuleerd voor havo en voor vwo. Dit vormt de kern van dit rapport.

NLT is een nieuw vak, zowel wat betreft de positie in het schoolleerplan van de bovenbouw havo en vwo, als wat betreft het interdisciplinaire karakter, met wiskunde en natuurwetenschappen, inclusief fysische geografie, als basisdisciplines. De verankering van NLT in het onderwijsveld vraagt nog veel aandacht. De Stuurgroep noemt in dit rapport een aantal aspecten die naar haar mening de komende jaren van belang zijn voor een goede ontwikkeling van het onderwijs in NLT.





Inleiding

Op 23 maart 2006 installeerde de minister van OCW, Maria van der Hoeven, de Stuurgroep Natuur, Leven, Technologie (NLT), met als opdracht "het ontwerpen van een landelijk examenprogramma voor het vak NLT en het toetsen daarvan in een ontwikkel- en implementatietraject". Scholen konden het vak vanaf augustus 2007 aanbieden. Daarmee volgde de minister het advies van de Profielcommissie Natuurprofielen (Kortetermijnadvies, 2005) die aanraade scholen in staat te stellen een nieuw geïntegreerd bètavak als profielkeuzevak aan te bieden voor leerlingen in de natuurprofielen van havo en vwo. Als doelstelling voor dit vak noemde de Profielcommissie: de aantrekkelijkheid van het bètaonderwijs verhogen en de samenhang tussen de verschillende bètavakken versterken. Het zou een programma moeten zijn waarin leerlingen uitgedaagd worden om kennis te maken met nieuwe, veelal interdisciplinaire ontwikkelingen in wetenschap en technologie. De Profielcommissie gaf ook adviezen over de inrichting van het vak.

In het Plan van Aanpak (december 2005) wees de Stuurgroep er op dat er een concept-examenprogramma en voldoende lesmateriaal moesten zijn, in de vorm van modules, om het vak in 2007 te kunnen aanbieden. NLT moest een vak worden voor leerlingen in havo en in vwo, geschikt zijn voor zowel leerlingen met een Natuur & Gezondheid-profiel (NG) als een Natuur & Techniek-profiel (NT) en enige keuzemogelijkheid bieden om uit te kunnen gaan van de specifieke mogelijkheden van de school.

Begin 2006 werd een uitvoerende projectgroep gevormd, het Landelijk Ontwikkelpunt NLT (LOP). Gedurende 2006 schreef de Stuurgroep een 'visiedocument' (*Contouren van een nieuw bètavak*) en een conceptexamenprogramma.

In september 2006 startten de eerste ontwikkelnetwerken met het schrijven van modules. Er was veel animo voor het meewerken aan moduleontwikkeling, zowel van docenten en schoolleiders als van universiteiten, hbo-instellingen en kennisinstituten. Er was eveneens veel belangstelling vanuit het onderwijsveld om NLT als profielkeuzevak aan te bieden.

Naast de ontwikkeling van lesmateriaal zorgde de Stuurgroep via het LOP voor de begeleiding, ondersteuning, monitoring en evaluatie van het implementatietraject. Bij al deze activiteiten werd veel aandacht besteed aan overleg met de betrokkenen en aan kwaliteitsaspecten.

In verscheidene regio's kwamen regionale steunpunten voor NLT tot stand, waar scholen zich konden aansluiten bij een regionaal netwerk rond een universiteit en/of een of meer hbo-instellingen. Het LOP zorgde vanaf 2007 voor de landelijke coördinatie van deze regionale steunpunten. Er zijn nu, verspreid over het land, elf regionale steunpunten NLT die het

onderwijs in NLT ondersteunen, gecertificeerde modules onderhouden en een belangrijke rol spelen in de professionalisering van docenten

Afstemming met vernieuwingen in natuurkunde, scheikunde, biologie en wiskunde is in de periode 2006 -2010 onder meer tot stand gekomen middels het frequente overleg van de voorzitters en secretarissen van de vernieuwingscommissies (Bèta-5). Namens de Stuurgroep NLT is onder andere bijgedragen aan gemeenschappelijke standpunten en afspraken over:

- modelleren,
- afstemming examenprogramma's,
- herformulering domein Vaardigheden in de examenprogramma's (domein A),
- afstemming modules over vergelijkbare onderwerpen,
- notitie over samenhang,
- gemeenschappelijke aspecten van de eindrapportages.

De evaluatie van het curriculum vond plaats binnen het landelijk evaluatieonderzoek van SLO (Kuiper e.a., 2010). Op basis van de bevindingen in dit evaluatieonderzoek en de monitoractiviteiten van het LOP stelt de Stuurgroep een aantal wijzigingen voor in de structuur en inhoud van het huidige examenprogramma. Tevens benoemt ze een aantal aandachtspunten voor een gezonde ontwikkeling van NLT in de komende jaren.



2 Uitgangspunten, ontwikkeling en invoering van NLT

De verantwoordelijkheid voor de ontwikkeling en invoering van NLT heeft de minister van OCW in handen gelegd van een Stuurgroep NLT, bestaande uit vertegenwoordigers van de vier andere bètavernieuwingscommissies, van HBO en wetenschappelijk onderwijs, van docentenvakverenigingen, het bedrijfsleven en SLO (de samenstelling van de Stuurgroep staat in bijlage I). De Stuurgroep heeft een Landelijk Ontwikkelpunt NLT (LOP) ingericht, dat bestaat uit parttime medewerkers van diverse instellingen met deskundigheid op het gebied van onderwijs, curriculumontwikkeling, onderzoek, lerarenopleiding, uitgeverij en communicatie. Het LOP ondersteunt het implementatietraject van NLT, communiceert met docenten, schoolleiders, hoger onderwijs, bedrijfsleven en andere betrokkenen en coördineert de regionale steunpunten NLT. Deze laatste ondersteunen regionaal, middels netwerken van scholen, de implementatie van NLT. Daarnaast is een klankbordgroep samengesteld van docenten, schoolleiders, studenten, leerlingen en onderzoekers met uiteenlopende achtergronden.

Contacten met het veld worden onderhouden via de website www.betavak-nlt.nl, jaarlijkse NLT-conferenties, het mailadres info@betavak-nlt.nl, informatie via de regionale steunpunten NLT, een digitale nieuwsbrief, publicaties in vaktijdschriften en presentaties op andere conferenties voor docenten.



2.1 Visie 2007

De Stuurgroep heeft in het document *Contouren van een nieuw bètavak* (2007) haar visie geformuleerd die de basis vormde voor het eerste examenprogramma NLT. Hierin staan de identiteit van NLT, de globale opzet en inhoud van het vak, de ontwikkeling van lesmateriaal, examenprogramma, toetsing, kwaliteitsborging, randvoorwaarden voor scholen en een aantal praktische zaken. Het document is besproken met docenten van betrokken scholen en de klankbordgroep.

Als doelstellingen van NLT zijn geformuleerd:

1. verbreding en verdieping in aansluiting op de natuurprofielvakken
2. oriëntatie op een breed spectrum van vervolgstudies en beroepen
3. belang illustreren van interdisciplinaire samenhang in de ontwikkeling van wetenschap en technologie
4. aansluiting van het bètaonderwijs op nieuwe ontwikkelingen in samenleving, wetenschap en technologie
5. keuzemogelijkheden bieden voor docenten en leerlingen
6. bijdragen aan permanente innovatie van het onderwijs in de bètavakken

Als belangrijke middelen om deze doelen te bereiken, worden genoemd: nieuwe modules die aansluiten op actuele ontwikkelingen in wetenschap en technologie, teamvorming van docenten en duurzame contacten tussen scholen, universiteiten, hogescholen, onderzoeksinstituten en het bedrijfsleven.

Afstemming op de andere natuurprofielvakken is nagestreefd voor natuurkunde, scheikunde, wiskunde en biologie. Dit gebeurde enerzijds via aanwijzingen in het visiedocument voor teamvorming van docenten (multidisciplinair), en anderzijds via een bepaalde vorm van constructie en beoordeling van lesmateriaal. Daarnaast is aansluiting gezocht bij aardrijkskunde, informatica, ANW en O&O.

In overeenstemming met de gekozen richting van de andere vernieuwingscommissies is ook bij de ontwikkeling van NLT uitgegaan van een context-benadering. Anders dan bij de andere bètavakken waren er bij NLT geen richtsnoeren voor concepten die al jarenlang deel uitmaakten van de examenprogramma's. Bij NLT is qua contexten gekozen voor praktijksituaties uit het dagelijks leven, de beroepspraktijk of de kennisontwikkeling rond specifieke terreinen van wetenschap en technologie.

In het document werd voorzien dat NLT een belangrijke rol zou kunnen spelen in schoolontwikkeling door verbetering van het bètaonderwijs, teamontwikkeling, scholing van docenten, netwerkvorming en profilering van de school.

2.2 Examenprogramma 2007

Het eerste examenprogramma (zie bijlage II) is zowel voor havo als vwo opgebouwd uit een domein (A) vaardigheden, een domein (B) met meer generieke aspecten van wetenschap en technologie, en zeven domeinen (C t/m I) over specifieke contextgebieden. In het havo-programma ligt de nadruk op mogelijkheden om de kwaliteit van het leven te verbeteren, bijvoorbeeld op het gebied van energie, wonen, transport, voedsel, gezondheid, milieu, communicatie en automatisering. Het vwo-programma richt zich meer op kennisontwikkeling waarvan de toepassingen niet altijd op korte termijn zichtbaar zijn, bijvoorbeeld op terreinen als aarde en klimaat, astronomie, biowetenschappen en -technologie, productietechnologie, gebruik van grondstoffen en energie, en werk- en voertuigen.

Het examenprogramma is tot stand gekomen in de loop van 2006 en de eerste maanden van 2007, in overleg met het hoger onderwijs en na raadpleging van docenten uit voortgezet onderwijs en leerlingen. Een van de uitgangspunten bij het opstellen van dit eerste examenprogramma NLT was dat iedere bètavergoeding zich in minimaal één van de domeinen moest kunnen 'herkennen'. Hierdoor kreeg het hoger onderwijs alle ruimte om onderwerpen voor NLT aan te dragen, binnen de kaders voor vakinhoud die de Stuurgroep stelde. Tevens moesten scholen veel ruimte hebben om gezamenlijk onderwijs in NLT te ontwikkelen.

Het eindexamen bestaat alleen uit een schoolexamen. Scholen hebben daardoor veel vrijheid in de invulling van het onderwijs. Het programma perkt de keuzevrijheid wel enigszins in: het schoolexamen moet betrekking hebben op het gehele domein A in combinatie met domein B en een selectie van vier (havo) en vijf (vwo) uit de overige domeinen (zie bijlage II).



2.3 Ontwikkeling van lesmateriaal

Aansluitend op het advies van de Profielcommissie is gekozen voor een modulaire opbouw van het curriculum door middel van modules met een omvang van veertig studielasturen. Voordeel is dat op deze wijze een onderwerp kan worden uitgediept. Scholen krijgen hiermee keuzeruimte voor inhoud en didactiek en kunnen op deze wijze aansluiten bij voorkeur en expertise van docenten, interesse en capaciteiten van leerlingen, en regionaal aanwezige expertise.

Alle modules zijn onder regie van het LOP ontworpen door teams van docenten en experts uit hoger onderwijs. Elke module is ontwikkeld door minimaal twee docenten van verschillende scholen, met het oog op de doceerbaarheid in verschillende schoolomgevingen, en één vakinhoudelijk expert. Dit om de inhoudelijke kwaliteit te waarborgen. Eén van de modules is zelfs ontwikkeld door zeventien medewerkers. Per december 2010 zijn er 65 gecertificeerde modules. Aan de ontwikkeling van deze 65 modules werkten 436 mensen mee, afkomstig van 96 verschillende scholen, 10 universiteiten, 12 hogescholen en 23 overige instellingen (bijvoorbeeld KNMI, RIVM, FOM en Shell). Voor een volledig overzicht zie bijlage IV.



Bij een nieuw schoolvak is het van het grootste belang dat het lesmateriaal van hoge kwaliteit is. Dat is uiteraard belangrijk voor de docenten en leerlingen die ermee werken, maar ook belangrijk om te voorkomen dat externe kritiek, bijvoorbeeld van didactische en vakinhoudelijke deskundigen, het schoolvak een slechte naam zou geven.¹ Er is een procedure van kwaliteitsborging ontwikkeld, die zou moeten leiden tot vijftig door de Stuurgroep gecertificeerde modules. Met de scholen die zich bij het LOP hebben geregistreerd als 'NLT-invoerschool' (zie verder) is afgesproken dat zij ten minste 75% van de tijd voor NLT vullen met gecertificeerde modules.

¹ Bij de invoering van ANW heeft dat geleid tot onaangename discussies in de media waarbij uiteindelijk zelfs een commissie vanuit de KNAW een, overigens mild, oordeel heeft geveld over de beschikbare schoolboeken.

De gebruikte certificeringprocedure omvatte acht stappen:

1. ontwikkeling van een concept-module met beoordeling door het LOP
2. uitproberen van deze concept-module op ten minste twee scholen door docenten die niet betrokken waren bij de ontwikkeling van de module; evaluatie door docenten en leerlingen
3. evaluatie van de module door een inhoudelijke en een didactische expert
4. verzameling van commentaar in een evaluatierapport met vaste criteria en een lijst revisie voorschriften
5. herschrijven van de module aan de hand van de revisie voorschriften
6. summatieve beoordeling door het LOP
7. certificering op basis van een positief advies door de Stuurgroep
8. eindredactie en publicatie op de website www.betavak-nlt.nl

Sommige modules moesten grondig worden gereviseerd in stap 5; deze modules zijn daarna opnieuw uitgeprobeerd en beoordeeld door experts. Een negatieve beoordeling van stap 6 leidde in enkele gevallen tot nadere revisie voorschriften. De gehele procedure nam doorgaans twintig maanden in beslag, met uitzondering van de eerste modules die al in het najaar van 2007 gebruikt moesten worden. Hiervoor was slechts één jaar beschikbaar. In de periode juni 2007 - najaar 2010 zijn 65 modules gecertificeerd.



2.4 Relatie met scholen

Aanvankelijk was het plan op een beperkt aantal scholen NLT in te voeren. Dit om te voorkomen dat een snelle opschaling bij een dergelijk nieuw vak tot problemen zou leiden. Het Ministerie van OCW heeft bij de herziening van de Tweede Fase echter alle scholen in de gelegenheid gesteld NLT in te voeren. Daarmee was NLT een regulier schoolvak geworden en konden scholen geheel zelfstandig invulling geven aan het NLT-onderwijs.

Teneinde de kwaliteit van het onderwijs te bevorderen, is besloten een registratiesysteem in te voeren voor scholen die van plan waren NLT in te voeren. Aan registratie werden de volgende voorwaarden verbonden:

1. NLT onderwijs wordt verzorgd door een team van ten minste drie eerstegraadsdocenten met een verschillende vakachtergrond: wiskunde, natuurkunde, biologie, scheikunde en/of aardrijkskunde (met fysische geografie).
2. De schoolleiding stelt tijd en middelen beschikbaar aan docenten voor de voorbereiding van lessen, teamoverleg, nascholing en participatie in netwerken.
3. De school gebruikt voor 75% van de tijd modules die door de Stuurgroep NLT zijn gecertificeerd.
4. De school werkt mee aan activiteiten gericht op evaluatie en verbetering van de kwaliteit van het NLT onderwijs.

De schoolleiding diende het registratieformulier te ondertekenen. Geregistreerde scholen werden op de hoogte gehouden van actuele ontwikkelingen en ontvingen periodiek een DVD met lesmateriaal en docentenhandelingen. Ook kregen deze scholen de beschikking over een kwaliteitsmonitor. Daarmee kon op de eigen school de ontwikkeling van de kwaliteit van het NLT onderwijs in kaart worden gebracht. Daarnaast konden deze scholen een beroep doen op het LOP voor het beantwoorden van vragen of het oplossen van problemen. In een aantal gevallen heeft dat geleid tot een bezoek aan scholen. Scholen waren niet verplicht zich aan te melden. Uit een analyse van de eerste schoolexamenresultaten is gebleken dat vrijwel alle scholen die NLT aanboden, zich hebben geregistreerd.

Bij de invoering in 2007 stonden 175 scholen ingeschreven, waarvan 22 aangaven pas in 2008 tot invoering over te gaan. In september 2010 bedroeg het aantal geregistreerde scholen 230, 44% van alle havo/vwo-scholen in Nederland.



3 Uitgevoerd curriculum: het onderwijs in NLT 2007 - 2010

De Stuurgroep NLT zorgt voor het monitoren en evalueren van de invoering van NLT gedurende de periode 2007 - 2010, en het ontwikkelen van een vorm van kwaliteitsborging. NLT maakte deel uit van het evaluatieonderzoek van SLO (Kuiper e.a. 2010). De resultaten van het evaluatieonderzoek vormen een belangrijke bron voor dit hoofdstuk, naast de kleinere onderzoeken die het LOP heeft uitgevoerd in het kader van de monitoring van de implementatie.²

Scholen voerden NLT in vanaf augustus 2007 als profielkeuzevak, terwijl de ontwikkeling van de vakinhoud nog in volle gang was. Dat betekende in feite een experimentele ontwikkeling van NLT, terwijl het formeel een regulier vak was. Leerlingen, docenten en schoolleiders wisten over het algemeen niet wat ze konden verwachten. De eerste jaren, waarin monitoring en evaluatieonderzoek plaatsvonden, toonden voor een deel typische 'pioniersverschijnselen': onzekerheid bij docenten, hoge of juist lage verwachtingen bij leerlingen, fouten in lesmaterialen.

NLT kent geen centraal examen. Er is dus geen gedetailleerde uitwerking van eindtermen in een syllabus. Evenmin zijn er lesboeken van de educatieve uitgeverijen. Enerzijds waarderen docenten dit, omdat het meer vrijheid biedt voor eigen inbreng en samenwerking met onder andere het hoger onderwijs. Anderzijds is het een oorzaak van onzekerheid bij sommige docenten, met name over de kwaliteit van hun onderwijs en toetsing. Scholen hebben het examenprogramma voornamelijk uitgevoerd met behulp van het lesmateriaal dat onder verantwoordelijkheid van de Stuurgroep NLT ontwikkeld is: de gecertificeerde modules.

3.1 Aantal scholen dat NLT als examenvak aanbiedt

Per september 2010 zijn er 230 geregistreeerde NLT invoerscholen. Een analyse van de gegevens van de schoolexamens 2009 voor havo laat zien dat nagenoeg alle havoscholen waarvan leerlingen examen NLT aflegden, zich hadden geregistreerd als NLT invoerschool (zie 2.4). De gegevens van het schoolexamen 2010 (eerste cohort vwo) kunnen pas in maart 2011 geleverd worden. Uit een analyse van de registratieformulieren in 2007 bleek dat de meerderheid van de scholen NLT zowel op havo als vwo wilde aanbieden: 15% alleen op vwo en 8% alleen op havo (n = 164). Op de meeste scholen die besloten NLT aan te bieden, hebben docenten een stevige inbreng gehad in deze beslissing, zo blijkt uit gegevens van het LOP.

² Analyse gegevens SE 2009 havo (2010); Schoolmonitor van LOP (2010).

3.2 Uitvoerbaarheid

Het programma

In het evaluatieonderzoek van SLO vinden docenten in leerjaar 5 (havo en vwo, 2009/2010) in overgrote meerderheid (91%) dat het aantal slv voor het examenprogramma NLT toereikend is. De uitvoering in de onderwijspraktijk beoordeelden meer docenten als problematisch: in 2008/2009 vond 52% van de docenten de uitvoering niet haalbaar, in 2009/2010 vond nog 40% van de docenten het niet haalbaar. In datzelfde onderzoek zijn leerlingen in 5 havo/vwo wat betreft studiebelasting het in meerderheid helemaal eens met:

- 'voor dit vak moeten we erg veel doen' (68% in 2008/2009 en 66% in 2009/2010);
- 'dit vak is goed te doen in de tijd die er voor staat' (60% in 2008/2009 en 82% in 2009/2010).

Ook uit schoolbezoeken van het LOP bleek dat docenten worstelen met zowel het examenprogramma als de moduleomvang (in principe 40 slv). Overladenheid veroorzaakt door het examenprogramma moet worden onderscheiden van overladenheid veroorzaakt door het lesmateriaal. Dit onderscheid bleek voor docenten niet altijd duidelijk. De structuur van het examenprogramma, gecombineerd met de voorwaarden die de Stuurgroep stelde aan scholen bij de invoering, is waarschijnlijk ten dele de oorzaak van de door 52% en 40% van de docenten ervaren overladenheid in respectievelijk 2008/2009 en 2009/2010.

Het examenprogramma voor havo verplicht tot een toetsing over vijf domeinen, waarvan domein B verplicht is en de vier overige domeinen naar keuze uit de zeven domeinen C tot en met I. Voor vwo geldt iets vergelijkbaars. Daar schrijft het examenprogramma een toetsing voor over domein B en vijf andere domeinen (zie bijlage II). De Stuurgroep stelde voor invoerscholen de voorwaarde dat 75% van de slv gevuld moest worden met gecertificeerd lesmateriaal.

Een logische keuze voor docenten in de beginperiode was een module per domein. Het geschatte aantal slv per module is 40, waarbij een module vaak meer materiaal bevat waaruit gekozen kan worden, door docenten en/of leerlingen. In vraaggesprekken, onder meer tijdens schoolbezoeken door het LOP bleek dat docenten geneigd waren het examenprogramma in combinatie met de modules te interpreteren. Men ging ervan uit dat er een verplichting was om in havo acht modules uit te voeren (320 slv) en in vwo elf modules (440 slv), verspreid over de domeinen. Bovendien streefden veel docenten ernaar elke module helemaal door te werken met de leerlingen. Ook in het onderzoek van SLO geven docenten aan dat overladenheid ontstaat als je modules van de eerste tot de laatste pagina uitvoert. Een aantal docenten geeft aan dat ze de vrijheid nemen om te kiezen; zij ervaren geen overladenheid.

Aangezien in 2009/2010 91% van de docenten in het onderzoek aangaf het aantal studielasturen voor het examenprogramma toereikend te vinden, lijkt het erop dat overladenheid niet zozeer veroorzaakt wordt door het examenprogramma, maar gelegen is in de interpretatie en de uitvoering. Voorbeelden daarvan zijn het maken van keuzes wat betreft (sub)domeinen die getoetst worden, hoeveel modules aan bod komen en binnen modules wat er onderwezen en geleerd moet worden.

Acties Stuurgroep en LOP

In het adviesexamenprogramma zijn de structuur van het programma en de toetsvoorschriften vereenvoudigd. Daarmee zal het naar verwachting voor docenten duidelijker zijn wat de minimumeisen van het examenprogramma zijn (zie hoofdstuk 4).

Het LOP heeft via terugkoppeling naar scholen, nieuwsbrieven, FAQ's, workshops, coördinatoren van regionale steunpunten NLT en email toegelicht wat het examenprogramma verplicht voorschrijft, welke keuzemogelijkheden en verantwoordelijkheden docenten hebben, dat er vrijheid is voor scholen om hun onderwijs in te richten en wat mogelijkheden zijn om overladenheid tegen te gaan. Bijvoorbeeld per module meer tijd nemen en minder modules uitvoeren, dan wel per module keuzes maken. Op scholen waar deze boodschap expliciet is overgebracht, blijkt inderdaad een positief effect: de overladenheid vermindert, leerlingen waarderen het vak meer. Het zelf verantwoorde keuzes maken in het examenprogramma en lesmateriaal zou een aandachtspunt moeten zijn bij de verdere professionalisering van docenten. Veel docenten zijn dit niet gewend.

Taakverzwaring van docenten

NLT vraagt veel lesvoorbereiding van docenten en technisch onderwijs assistenten (toa's). Zowel in 2008/2009 als in 2009/2010 geeft een ruime meerderheid van docenten aan dat NLT zowel voor henzelf als voor hun collega's een flinke uitdaging is; ook in monitor onderzoeken van het LOP komt dit naar voren. Tegelijkertijd geeft in hetzelfde evaluatieonderzoek een even ruime of zelfs ruimere meerderheid van docenten aan dat ze NLT met veel plezier en enthousiasme geven, en dat het best te doen is in de klas. Overigens blijkt uit schoolbezoeken en mondelinge informatie dat na het eerste jaar docenten wat minder voorbereidingstijd nodig hebben.

De modules

Alle door de Stuurgroep gecertificeerde modules zijn ontwikkeld via samenwerking tussen docenten uit het voortgezet onderwijs en specialisten uit het hoger onderwijs. De ontwikkeling van modules startte in 2006. In augustus 2007 waren er zeven gecertificeerde modules, waarvan één voor vwo. Eind oktober 2010 zijn er 65 gecertificeerde modules, 25 voor havo, veertig voor vwo.

Het aantal gecertificeerde modules was bij het begin van de implementatie nog onvoldoende. Scholen werkten aanvankelijk voor een groot deel met testversies van modules. Van 2007 tot 2010 steeg het aantal docenten dat van mening was over voldoende modules te kunnen beschikken van 50% naar 80%, blijkt uit het evaluatieonderzoek.

Docenten vinden dat modules voldoende ruimte geven voor eigen invulling. Een ruime meerderheid vindt ook dat de modules hen voldoende ondersteuning bieden. Hoewel men de kwaliteit variabel vindt, is de meerderheid van oordeel dat de kwaliteit over het algemeen goed is. In contacten met het LOP geven docenten aan de mogelijkheid voor aanpassing aan de situatie op de school op prijs te stellen, bijvoorbeeld samenwerking met een universiteit of hbo-instelling.



Acties Stuurgroep en LOP

Elke gecertificeerde module is 'geadopteerd' door een regionaal steunpunt NLT. Docenten kunnen problemen en fouten melden bij het regionale steunpunt dat de module beheert en dat zich verantwoordelijk gesteld heeft voor het onderhoud van de module. Dit systeem heeft tijd nodig, sommige regionale steunpunten zijn hierin actiever dan andere. Dat geldt evenzeer voor docenten(teams). Er zijn aanwijzingen dat docenten steeds beter hun weg weten te vinden naar regionale steunpunten voor vragen over modules.

Leerlingen waarderen over het algemeen modules met veel praktische activiteiten. Ongeveer de helft van de leerlingen vond in het onderzoek van SLO de modules leuk, de andere helft vond dat niet. Dit oordeel lijkt afhankelijk te zijn van specifieke modules: sommige modules worden door veel leerlingen zeer interessant gevonden, andere door weinig leerlingen. Aangezien een doelstelling van NLT is leerlingen een brede oriëntatie op het bètag gebied te bieden en niet iedereen elk onderwerp interessant zal vinden, is te verwachten dat leerlingen zullen verschillen in hun oordeel over de modules.

Via een database, die de coördinatoren van de regionale steunpunten hebben opgezet, is het binnenkort mogelijk te monitoren welke modules door de scholen gebruikt worden en met welke frequentie.

De docententeams

Een van de belangrijke condities voor onderwijs in NLT, voortvloeiend uit het interdisciplinaire en actuele karakter, is verzorging van onderwijs door een team van eerstegraads docenten met verschillende bevoegdheden in de funderende vakken voor NLT (zie hoofdstuk 2). In 2007 gaf 99% van de respondenten aan dat er een docententeam gevormd was met ten minste drie docenten, 25% van de respondenten gaf aan dat er een team was van vijf of meer docenten. De SLO-evaluatie bevestigt het beeld dat verreweg de meeste scholen onderwijs in NLT door een docententeam laten verzorgen, hoewel er ook sprake is van een enkele docent die NLT geeft. De vakken natuurkunde, biologie en scheikunde waren in 2007/2008 in ongeveer 90% van de teams vertegenwoordigd, wiskunde in iets meer dan 70% en aardrijkskunde in ongeveer 45%. Ook komt het voor dat informaticadocenten het team aanvullen, of een docent lichamelijke opvoeding. Een ruime meerderheid van docenten is tevreden over de samenwerking met andere collega's.

Onder meer uit de schoolmonitor van het LOP blijkt dat een team van twee docenten onvoldoende is om goed NLT onderwijs te (blijven) geven. Daarnaast is assistentie van een technisch onderwijs assistent (toa) onontbeerlijk (zie verder).

Voor het goed functioneren van een docententeam is veel overleg noodzakelijk. Dat is op bijna geen enkele school ingeroosterd. Een minderheid van docenten is tevreden over de mogelijkheden tot overleg met collega's, zo blijkt uit de evaluatie. Het functioneren van docententeams varieert per school. Scholen en daarmee teams verschillen in de tijd die aan overleg binnen het team besteed wordt en in de manier waarop teams de lessen verdelen. De minst gunstige vorm lijkt te zijn: een module per docent en weinig overleg. Een meerderheid van leerlingen lijkt het geen probleem te vinden NLT te krijgen van meerdere docenten (mits er afstemming tussen docenten is), meer havo-leerlingen dan vwo-leerlingen ervaren hier een probleem. Waar overleg onvoldoende is en/of er bepaalde expertise ontbreekt in het team, beoordelen leerlingen hun docenten als ondeskundig, en NLT negatief, zo blijkt uit interviews tijdens de schoolbezoeken. Op veel scholen wordt een duidelijke meerwaarde ervaren van het samenwerken met collega's uit andere vakgebieden. De meerderheid van docenten vindt dat NLT de samenhang tussen bètavakken bevordert. Ook in contacten met het LOP melden docenten en schoolleiders een positieve invloed van een goed functionerend docententeam op de school.

De onderwijspraktijk, practicumfaciliteiten en de rol van toa's

Er wordt gevarieerd gewerkt bij NLT. De meerderheid van de leerlingen geeft aan dat zij vaak klassikaal les krijgen. Ook wordt er volgens bijna alle leerlingen vaak gewerkt in kleine groepjes. Een meerderheid van de leerlingen noemt het presenteren van praktische resultaten, onderzoeksprojecten en excursies. In enkele regio's gaan leerlingen voor een deel van de lessen naar de universiteit binnen het regionale steunpunt. Een enkele keer biedt een hbo-instelling faciliteiten voor leerlingen. Een toenemend aantal leerlingen vermeldt dat er een gastspreker geweest is. Leerlingen geven aan zelf keuzes te kunnen maken binnen modules, maar zouden graag nog meer keuzemogelijkheden zien.



Zowel docenten als leerlingen vinden dat er bij NLT relatief veel praktisch werk uitgevoerd wordt, in het havo overigens meer dan in het vwo. Zowel docenten als leerlingen waarderen deze activiteiten, ook omdat praktisch werk logisch voortkomt uit de context van een module.

De inbreng van toa's is noodzakelijk voor een goede uitvoering van het onderwijs, evenals goede en voldoende practicumruimten. Een meerderheid van docenten vindt de toa's op de eigen school voldoende toegerust (zie ook het commentaar van docenten in Kuiper e.a. 2010).

Een ruime meerderheid van docenten vindt dat contexten de samenhang binnen NLT bevorderen en dat NLT de samenhang tussen de bètavakken stimuleert (zie 3.5). Docenten zien contexten als een middel voor leerlingen om meer kennis en inzicht te verwerven. Contexten maken het bij uitstek mogelijk om aandacht te besteden aan huidige ontwikkelingen in wetenschap en samenleving, en maken NLT aantrekkelijk voor leerlingen. Havo-leerlingen lijken meer moeite te hebben met deze aanpak dan vwo-leerlingen. Docenten zijn echter van mening dat NLT wel een voor havo eigen karakter heeft, maar dat havo-leerlingen meer tijd nodig hebben om te wennen aan deze aanpak. ICT speelt een belangrijke rol bij NLT: voor metingen (60%), voor modelleren (60%) en vooral om informatie te zoeken en te verwerken (90%).

Nascholing

Volgens het evaluatieonderzoek vinden docenten nascholing gewenst (ongeveer 68%). Het percentage docenten dat deelneemt aan nascholing voor NLT steeg in de periode 2007-2010 van 31% naar 46%. Ongeveer 33% van de leerlingen is het niet eens met de uitspraak 'de docenten NLT zijn deskundig'. Hoewel niet duidelijk is wat leerlingen hier precies onder verstaan, wijst dit toch op de wenselijkheid van nascholing.

Nascholing in NLT wordt met name georganiseerd door regionale steunpunten. Ook vindt deze plaats tijdens de jaarlijkse NLT conferentie van de Stuurgroep NLT, georganiseerd door het LOP, en tijdens andere conferenties voor bètadocenten.

Voldoende vakinhoudelijke deskundigheid is een noodzakelijke maar niet voldoende voorwaarde voor een team om goed onderwijs in NLT te verzorgen. Nascholing zou onder meer ook gegeven kunnen worden over het omgaan met interdisciplinaire onderwerpen, effectiever werken in teamverband met verschillende specialisten, keuzes maken en leerlijnen ontwerpen, en passende toetsen ontwerpen, inclusief criteria voor normering. Toa's scholen onder meer bij tijdens eigen studiedagen en de conferenties NLT.

3.3 Toetsing

De toetsing bij NLT omvat toetsing per module en toetsing voor het schoolexamen. NLT biedt een grote verscheidenheid aan toetsvormen, gekoppeld aan de verscheidenheid van leeractiviteiten, bijvoorbeeld het presenteren van onderzoeksresultaten of een ontwerpopdracht, een portfolio, schriftelijke verslagen en schriftelijke toetsen. Docenten vinden het belangrijk dat er verschillende toetsvormen zijn, maar vinden het ook lastig om daar goede toetsen en bijbehorende normering voor te maken (43% van de docenten vindt het moeilijk om zelf toetsen te maken voor NLT). Elke module heeft een of meer voorbeeldtoetsen. Uit het evaluatieonderzoek blijkt dat in het vijfde leerjaar 74% van de havo-docenten en 41% van de vwo-docenten de bij de module geleverde toets(en) gebruikt als afsluiting van een module.

lets meer dan de helft van de docenten vindt dat het examenprogramma voldoende informatie geeft over wat er van leerlingen verwacht wordt aan kennis en vaardigheden. Leerlingen geven in meerderheid aan dat ze op meerdere wijzen getoetst en beoordeeld worden en dat ze zich daar voldoende op kunnen voorbereiden. Het percentage leerlingen dat aangeeft niet precies te weten wat ze moeten kennen voor NLT neemt af, van 64% in 2008/2009 tot 34% in 2009/2010 (beide 5 havo/vwo). Mogelijk is dit gerelateerd aan grotere ervaringen van docenten met NLT.

Het examen NLT bestaat uit toetsing door de school. Docenten voelen zich onzeker over de kwaliteit van de schoolexamens, zowel van de eigen school als van andere scholen. Ze hebben behoefte aan een referentiekader om de kwaliteit van hun eigen toetsen te beoordelen. Docenten geven aan dat ze het van belang vinden voor de waardering van NLT door het hoger onderwijs dat er een vorm van kwaliteitsborging van het schoolexamen



is (zie onder ander de verslagen van de veldraadpleging van het adviesexamenprogramma). Het hoger onderwijs moet een realistisch beeld krijgen van wat het kan verwachten van studenten die examen in NLT hebben afgelegd. Als mogelijke middelen noemen docenten een toetsenbank om een gewenst minimumniveau te bepalen, samenwerken met het hoger onderwijs om toetsen te beoordelen, en uitwisseling met collega's van andere scholen om het gewenste niveau te verduidelijken.

Acties Stuurgroep en LOP

Kwaliteitsborging van toetsing voor het schoolexamen is een urgent probleem. Het LOP heeft een kwaliteitsmonitor ontwikkeld en naar alle scholen gestuurd. Het schoolexamen vormt een van de vier aandachtsgebieden in de kwaliteitsmonitor, maar dit instrument is onvoldoende om een oplossing te bieden voor de door docenten en het hoger onderwijs gesignaleerde problemen.

3.4 Kwaliteit, niveau, diepgang

Leerlingen vinden in leerjaar 5 NLT moeilijker en 'meer werk' dan in leerjaar 4. Echter meer leerlingen halen in leerjaar 5 goede cijfers, vergeleken met leerjaar 4. Mogelijk is hier een bewustwordingsproces zichtbaar. Ook verschilt volgens leerlingen de moeilijkheidsgraad per module en per docent. Niet onderzocht is of dit vaker opgaat voor scholen waar docenten minder als een team functioneren.

Docenten vinden dat het vak best wat moeilijk mag zijn voor leerlingen. Het verschil in voorkennis van leerlingen (wel of geen natuurkunde, biologie, wiskunde A of B) wordt soms als bezwaarlijk ervaren door docenten. Uit schoolbezoeken van het LOP kwam naar voren dat het ontbreken van wiskunde B of natuurkunde soms als problematisch werd ervaren. Scholen stellen soms een van beide of beide vakken als voorwaarde om NLT te kunnen volgen. Ook in het evaluatieonderzoek werden deze beide vakken soms genoemd. Op andere scholen vinden docenten het ontbreken van wiskunde B of natuurkunde bij leerlingen geen probleem. Ze zeggen gemengde leerlinggroepen samen te stellen en/of te differentiëren binnen de modules. De meerderheid van de docenten vindt de modules van wisselend niveau, maar over het algemeen voldoende. De leerlingen halen over het algemeen voldoende resultaten.

Een analyse van de landelijke resultaten van de bètavakken voor schoolexamens havo in 2009 laat het volgende zien. Het aantal leerlingen dat examen NLT deed was 2.293; dat is 14,7% van het aantal havo-leerlingen met een N-profiel dat jaar. Die leerlingen waren afkomstig van 128 van de 473 scholen waar havo-leerlingen examen deden. Het gemiddeld SE-cijfer (leerling gemiddelde) voor NLT was 6,5. Dat is iets hoger dan voor wiskunde-A (6,4), wiskunde-D (6,4), biologie (6,4), natuurkunde (6,3), scheikunde (6,2) en wiskunde-B (6,1). Meisjes deden het wat beter dan jongens, zowel in het NG-, NT-

als in het dubbelprofiel. De indruk van veel docenten (evaluatieonderzoek) dat meisjes het goed doen bij NLT, lijkt derhalve terecht, in ieder geval voor havo.

De spreiding (standaardafwijking) tussen scholen was voor NLT met 0,37 iets groter dan voor de natuurwetenschappelijke vakken: biologie (0,28), scheikunde (0,33) en natuurkunde (0,36), maar kleiner dan voor de wiskundevakken: 0,41 voor wiskunde-B, 0,46 voor wiskunde-A en 0,54 voor wiskunde-D.

3.5 Relevantie

Een ruime meerderheid van docenten vindt NLT voor leerlingen en voor zichzelf een relevant vak. Zelf leren ze over de grenzen van hun vak heen te kijken, wat naar hun mening hun onderwijs verbetert. Volgens docenten versterkt NLT voor leerlingen de samenhang tussen de bètavakken, het laat hun de relevantie zien van bètavakken en geeft een beter beeld van de bètavakken. Leerlingen zelf vinden niet dat NLT weinig nut heeft; ze denken het geleerde later goed te kunnen gebruiken, vooral wanneer de vervolgopleiding in het verlengde van NLT ligt. Ook een ruime meerderheid van de leerlingen vindt dat NLT de samenhang tussen de bètavakken laat zien. In leerjaar 5 vinden leerlingen NLT relevanter en belangrijker dan in leerjaar 4, maar ook minder leuk.

Nu de eerste cohorten van havo en vwo NLT-examen gedaan hebben, wordt de vraag naar doorstroomrelevantie explicieter. Een aantal hbo-richtingen geeft leerlingen met een NG-profiel de mogelijkheid om met NLT in plaats van natuurkunde de opleiding te volgen. Het is nog niet duidelijk om hoeveel studenten het gaat en of er effect is op de studieresultaten in het eerste jaar. Vwo-leerlingen komen met de vraag waarom slechts een enkele universitaire studierichting NLT als relevant voor toelating noemt. Gezien de rol van universiteiten bij de ontwikkeling van NLT-modules voor het vwo lijkt hier sprake van een discrepantie.



4 Adviesexamenprogramma havo en vwo³

4.1 Het huidige examenprogramma havo en vwo

Tijdens de ontwikkeling en invoering van NLT was er centrale sturing door de Stuurgroep NLT en ondersteuning door het Landelijk Ontwikkelpunt NLT. Vanaf 2011 moet het examenprogramma, ook zonder centrale sturing en ondersteuning, voldoende helderheid bieden om ook voor nieuwe scholen en docenten duidelijk te maken wat er binnen NLT onderwezen, geleerd en getoetst moet worden. De formulering van het huidige programma is daarvoor te ruim (zie ook 3.2, 3.3 en 3.4). Bovendien is het wenselijk enkele onderscheidende kenmerken van NLT explicieter in het examenprogramma tot uitdrukking te laten komen. Tijdens de monitoring en evaluatie van NLT is gebleken dat docenten en leerlingen overladenheid ervaren. Analyse wees uit dat de oorzaken voor een deel gezocht moeten worden in de formulering en structuur van het examenprogramma (zie 3.2).

4.2 Uitgangspunten voor het adviesexamenprogramma havo en vwo

Vier aspecten worden verder uitgewerkt die vertrekpunt vormen voor de formulering van het adviesexamenprogramma havo en vwo. Deze zijn:

1. Het examenprogramma moet, uitgaande van de doelstellingen van NLT (zie *Contouren van een nieuw Bètavak*, 2007), de essentiële kenmerken van NLT duidelijk maken.
2. Het examenprogramma moet bijdragen aan vermindering van de overladenheid die in monitor- en evaluatieonderzoeken is vermeld (zie hoofdstuk 3).
3. Het examenprogramma moet continuering van de positieve aspecten van de onderwijspraktijk zoals die in de invoeringsperiode ontstaan is, bevorderen. Bijvoorbeeld het gecertificeerde lesmateriaal, ontstaan in samenwerking tussen voortgezet en hoger onderwijs, moet passen binnen het nieuwe examenprogramma.
4. Het examenprogramma moet het mogelijk maken actuele en toekomstige onderwerpen uit interdisciplinaire bètatechnologische disciplines binnen het programma in te passen.

³ Bronnen op dvd: *Contouren van een nieuw bètavak* (2007), verslagen van raadplegingen examenprogramma 2010. Bijlagen: Overzicht gecertificeerde modules. Huidige examenprogramma

Essentiële kenmerken van NLT

Als essentiële kenmerken voor het examenprogramma zijn van belang: interdisciplinariteit, studie- en beroepscontext, de rol van technologie en de rol van wiskunde.

Interdisciplinariteit

Bij NLT draait het om interdisciplinariteit: het gaat er om leerlingen te laten ervaren dat veel natuurwetenschappelijke en technologische vraagstukken een interdisciplinaire aanpak vragen.

Studie- en beroepscontext

Een essentieel aspect van het onderwijs in NLT is dat leerlingen kennis nemen van een breed spectrum van natuurwetenschappelijke en technologische vervolgstudies en beroepen. Kennis nemen van gaat verder dan oriënteren op de inhoud: het betekent dat leerlingen daadwerkelijk een idee krijgen van de praktijk van de studie of het beroep.

De rol van technologie

NLT laat leerlingen ondervinden dat enerzijds geavanceerde technologie veel nieuwe mogelijkheden biedt voor de ontwikkeling van wetenschappelijke kennis, en anderzijds dat de vooruitgang in de kwaliteit en de mogelijkheden van instrumentatie gebaat is bij nieuwe wetenschappelijke kennis. Het gaat bij NLT dus om de wisselwerking tussen natuurwetenschap en technologie.

De rol van wiskunde

NLT laat zien hoe wiskunde gebruikt wordt binnen natuurwetenschap en technologie. Het gaat daarbij zowel om wiskunde die binnen de wiskundevakken (A, B of D) aangeboden wordt als om wiskunde die de reguliere schoolvakwiskunde ontstijgt.

Vermindering van overladenheid

Zoals in 3.2 besproken is, ervaren docenten overladenheid bij de uitvoering van NLT. Gezien het hoge percentage docenten (91%) dat aangeeft het aantal studielasturen voor het programma toereikend te vinden, lijkt de primaire oorzaak van deze overladenheid niet te liggen in het aantal domeinen. Andere onderzoeksgegevens wijzen in de richting van onduidelijkheid over de interpretatie van het examenprogramma en over de omgang met het lesmateriaal. Het oorspronkelijke programma telde twee domeinen die verplicht getoetst moeten worden (A en B) en zeven domeinen waaruit vier dan wel vijf domeinen gekozen moeten worden. Het adviesexamenprogramma heeft minder domeinen, een duidelijker structuur en een iets specifiekere formulering per eindterm. Dat maakt de interpretatie van het programma eenduidiger en voor docenten beter uitvoerbaar: er zijn minder keuzeregels, de (minimum)eisen zijn duidelijker.

Continuering van positieve aspecten van de onderwijspraktijk NLT

Een belangrijk positief aspect van NLT vormen de gecertificeerde modules. Alle tot nu toe gecertificeerde modules passen binnen ten minste een van de (sub)domeinen van het adviesexamenprogramma. Tijdens de veldraadpleging gaven docenten aan dat de leerlijnen die ze ontwikkeld hebben, passen of zelfs beter passen binnen het adviesexamenprogramma dan binnen het huidige programma.

Het huidige examenprogramma NLT biedt veel keuzevrijheid aan scholen, docenten en leerlingen. Leerlingen kunnen desgewenst kennis nemen van een breed scala aan onderwerpen in het bètagebied of zich meer specialiseren in een richting die hun belangstelling heeft. Scholen en docenten kunnen aansluiten bij de mogelijkheden in de regio en bij de expertise die in het docententeam aanwezig is. Experts uit het hoger onderwijs kunnen informatie over hun gebied inbrengen in lesmateriaal. Blijkens de veldraadplegingen en onderzoeken is de vrijheid die NLT biedt een zeer gewaardeerd aspect, zowel voor voortgezet als hoger onderwijs. De Stuurgroep kiest ervoor die keuzevrijheid te handhaven, door de globale formulering van eindtermen. Werken vanuit contexten, een brede oriëntatie op bètarichtingen en het ervaren van samenhang tussen bètavakken blijven gehandhaafd.

Inpassen van actuele en toekomstige onderwerpen uit interdisciplinaire bètatechnologische disciplines

Er is naar gestreefd dit mogelijk te maken door middel van de naamgeving van domeinen en de formulering van eindtermen.



4.3 Aandachtspunten uit raadplegingen

De raadplegingen over het concept adviesexamenprogramma leverden, naast enkele voorstellen voor kleine tekstuele wijzigingen, de volgende resultaten.

Naar de mening van docenten van havo en vwo biedt het adviesexamenprogramma voldoende keuzevrijheid, is het goed toetsbaar via een ruim scala aan toetsvormen, is het specifieke karakter van NLT duidelijk en zijn verschillen tussen havo en vwo duidelijk in de beide adviesexamenprogramma's. Een punt van zorg voor docenten is de kwaliteitsborging en daarmee het belang van NLT voor het hoger onderwijs, vooral als er geen centraal systeem is voor certificering van lesmateriaal en voor kwaliteitsborging van schoolexamens.

Ook de deelnemers uit het hoger onderwijs maken zich zorgen over de kwaliteitsborging in de komende jaren. Naar hun mening is NLT van belang voor het hoger onderwijs vanwege de oriëntatiefunctie, zowel wat betreft interdisciplinaire gebieden als actueel onderzoek waarbij technologie een grote rol speelt. Het adviesexamenprogramma biedt, door de globale formulering, geen zicht op wat men van studenten die NLT gevolgd hebben kan verwachten wat betreft kennis en vaardigheden. Men is van mening dat dit in de praktijk duidelijk zal moeten worden.



4.4 Vergelijking huidige examenprogramma en adviesexamenprogramma

Vorm van examinering

De Stuurgroep adviseert om, evenals nu het geval is, NLT alleen af te sluiten middels een schoolexamen. Een centrale examinering zou te veel afbreuk doen aan de keuzevrijheid en de nadruk op actualiteit in bètaonderzoek en toepassingen.

Domeinen en domeinindeling

De indeling poogt een duidelijker structuur te bieden dan in het huidige examenprogramma het geval is. Er is zowel voor havo als vwo naast het vaardigheden domein A een domein waarin de aard van NLT weerspiegeld wordt (B). Met de vermindering van het aantal domeinen zijn in zowel het havo- als het vwo-programma de keuzeregels voor het examen vereenvoudigd (zie 4.5). Dat maakt het programma voor docenten beter uitvoerbaar en voor vervolgoopleidingen duidelijker.

Havo

Het programma voor havo bevat naast de domeinen A en B nog drie domeinen, C tot en met E, waarin respectievelijk natuur, (menselijk) leven en technologie centraal staan, zonder daarbij afbreuk te doen aan het interdisciplinaire karakter van NLT. Het aantal domeinen is daarmee sterk verminderd, de drie domeinen C tot en met E bevatten in totaal vier eindtermen (zie 4.5).

Vwo

Het programma voor vwo bevat naast de domeinen A en B nog vier domeinen, verdeeld over acht subdomeinen (zie 4.5). Drie domeinen waarin respectievelijk natuur, (menselijk) leven en technologie centraal staan (C, D en E) en één domein waarin de fundamenteën van de natuurwetenschap en technologie centraal staan (F).

Formulering eindtermen

De formulering van de eindtermen is hier en daar iets aangescherpt, maar nog steeds globaal. Middels de formulering is het onderscheid tussen het havo- en het vwo-programma explicieter gemaakt. Domein B is zowel voor havo als vwo uitgebreider geformuleerd (zie verder domein B). Voorbeelden van specifieke detailuitwerkingen van de eindtermen kunnen in een handreiking opgenomen worden, die breed verspreid zou kunnen worden onder NLT docenten.

Domein A

Dit domein is aangepast volgens afspraken die gemaakt zijn binnen de Taakgroep 'Afstemming' van de vernieuwingscommissies bètaonderwijs. De eindtermen in subdomein A1 zijn ongewijzigd. De eindtermen in A2 zijn voor wat betreft biologie, NLT, natuurkunde en scheikunde gelijk geformuleerd en aangepast ten opzichte van het huidige examenprogramma. Verschillen tussen havo en vwo zijn iets aangescherpt, in de eindtermen over onderzoeken en over modelleren (zie tabel 1). De specifieke verwijzingen naar reken- en wiskundige vaardigheden bleken voor enkele andere natuurwetenschappelijke vakken minder relevant. Ze zijn daarom in het vakspecifieke subdomein, A3, opgenomen. Hierdoor is een lichte overlap ontstaan tussen eindterm 7 over modelleren (A2) en de eindtermen 11 en 12 (A3).

De eindtermen in A3 zijn voor wat betreft NLT aangepast, op basis van zowel het nieuwe A2 subdomein als ervaringen in de afgelopen drie jaar met de uitvoering van het programma. Zo is een eindterm 'samenwerken' opgenomen (eindterm 13).

Tabel 1 Verschillen tussen havo en vwo in eindtermen van domein A

EINDTERM	HAVO	VWO
5: onderzoek	... instructies voor onderzoek op basis van vraagstellingen uitvoeren en conclusies trekken uit de onderzoeksresultaten	... vraagstellingen analyseren, gebruik makend van relevante begrippen en theorie, vertalen in een vakspecifiek onderzoek, dat onderzoek uitvoeren, en uit de onderzoeksresultaten conclusies trekken.
7: modelleren	... met name een gesloten probleem analyseren, een adequaat model selecteren, en modeluitkomsten genereren en interpreteren.	... een relevant probleem analyseren, inperken tot een hanteerbaar probleem, vertalen naar een model, modeluitkomsten genereren en interpreteren, en het model toetsen en beoordelen.

Domein B

De titel is gewijzigd in Exacte wetenschappen en Technologie. Dit geeft de mogelijkheid om eventueel ook verworvenheden van bijvoorbeeld informatica, econometrie en andere exacte, niet-natuurwetenschappelijke vakgebieden, in onderwijs en toetsing te betrekken. Domein B bestaat nu uit twee subdomeinen. Het eerste subdomein beschrijft het interdisciplinaire karakter van NLT, het tweede subdomein de wisselwerking tussen natuurwetenschap en technologie. In het eerste domein is er onderscheid tussen havo en vwo wat betreft activiteiten. Van havo-leerlingen wordt gevraagd dat ze kunnen toepassen, toelichten en beschrijven. Vwo-leerlingen moeten bovendien kunnen analyseren, reflecteren en evalueren.

Tabel 2 Verschillen tussen havo en vwo in eindtermen van domein B

EINDTERM	HAVO	VVO
14:	... voor de context relevante conceptuele kennis en [...]toepassen op interdisciplinaire vraagstukken, relevante conceptuele kennis en [...] gebruiken om interdisciplinaire vraagstukken te analyseren,...
•	de rol van de verschillende disciplines [...] toelichten;	reflecteren op de rol...
•	situaties beschrijven...	situaties analyseren...
•	... technologische oplossingen toelichten.	... technologische oplossingen evalueren.

Domeinen C tot en met E.

De driedeling (natuur, (menselijk) leven, technologie) heeft uitdrukkelijk niet als doel de facetten 'natuur', 'leven' en 'technologie' hard te scheiden. Het gaat er om dat men vraagstukken vanuit verschillende invalshoeken kan benaderen. In het examenprogramma ligt vast dat iedere kandidaat vanuit elk van de drie invalshoeken heeft gewerkt. Een punt van aandacht is de verdeling van levensprocessen tussen het domein waarin de natuur centraal staat en het domein waarin het (menselijk) leven centraal staat. Er is voor gekozen de biosfeer op te nemen in het natuurdomein en het tweede domein te beperken tot de mens / het menselijk lichaam, omdat daarmee voorkomen wordt dat het eerste domein grotendeels een natuur/scheikunde-domein wordt.

Domein F

Domein F komt alleen voor in het vwo-programma en heeft betrekking op de fundamentele van de natuurwetenschap en technologie.

Havo

Het examenprogramma voor havo heeft drie domeinen: C, D en E. Het technologische domein E is gesplitst in twee subdomeinen. Dat past goed bij de technologische en toepassingsgerichte nadruk voor havo. Ook in deze domeinen moet de havo-leerling concepten kunnen benoemen, toepassen, gebruiken, beschrijven en verklaren.

In het examen worden domein A en domein B getoetst in combinatie met de domeinen C tot en met E. Alle vier (sub)domeinen worden dus getoetst, in combinatie met de domeinen A en B.

Vwo

Het examenprogramma voor vwo heeft vier domeinen: C, D, E en F. Bij vwo zijn alle vier de domeinen gesplitst in twee subdomeinen, in totaal dus acht subdomeinen. De vwo-leerling moet naast benoemen, beschrijven, toepassen, gebruiken en verklaren ook kunnen analyseren.

In het examen worden domein A en domein B getoetst in combinatie met vijf subdomeinen, waarbij van elk domein, C tot en met F, tenminste één subdomein getoetst wordt en van één domein, te kiezen uit C tot en met F, het tweede subdomein. De keuze voor een vijfde subdomein geeft voor vwo een soort 'specialisatie' richting natuur, (menselijk) leven, technologie of fundamentele wetenschap.

4.5 Het adviesexamenprogramma

De Stuurgroep adviseert:

1. het huidige examenprogramma NLT te vervangen door het examenprogramma zoals geformuleerd in 4.5.1 (havo) en 4.5.2 (vwo)
2. als ingangsdatum voor invoering in leerjaar 4 het begin van schooljaar 2012-2013 te kiezen.

Docenten NLT hebben dan de tijd om aan het nieuwe programma te wennen voor ze zich moeten concentreren op de vernieuwde programma's voor biologie, natuurkunde en scheikunde. Er zijn geen nieuwe onderwijsmaterialen nodig vóór invoering, een syllabus is voor NLT niet van toepassing, een handreiking bij de nieuwe examenprogramma's kan gedurende 2011 geschreven worden, dus een invoering in 2012 kan zonder bezwaar plaatsvinden. Dit spreidt de druk van invoering van nieuwe programma's voor docenten en scholen.

$$\omega_0 = \frac{|\vec{\mu} \times \vec{B}_0|}{\mu \sin \alpha}$$

4.5.1 Adviesexamenprogramma NLT - havo

Het eindexamen

Het eindexamen bestaat uit het schoolexamen.

Het examenprogramma bestaat uit de volgende domeinen:

Domein A	Vaardigheden
Domein B	Exacte wetenschappen en technologie
Domein C	Aarde en natuur
Domein D	Gezondheid, bescherming en veiligheid
Domein E	Materialen, processen en producten

Het schoolexamen

Het schoolexamen heeft betrekking op:

- het gehele domein A en domein B in combinatie met:
- de domeinen C t/m E;
- en, indien het bevoegd gezag daarvoor kiest, andere vakonderdelen, die per kandidaat kunnen verschillen.

De examenstof

Domein A: Vaardigheden

Subdomein A1: Algemene vaardigheden (profieloverstijgend niveau)

1. De kandidaat kan doelgericht informatie zoeken, beoordelen, selecteren en verwerken.
2. De kandidaat kan adequaat schriftelijk, mondeling en digitaal in het publieke domein communiceren over onderwerpen uit het desbetreffende vakgebied.
3. De kandidaat kan bij het verwerven van vakkennis en vakvaardigheden reflecteren op eigen belangstelling, motivatie en leerproces.
4. De kandidaat kan aangeven op welke wijze natuurwetenschappelijke kennis in studie en beroep worden gebruikt en kan mede op basis daarvan zijn belangstelling voor studies en beroepen onder woorden brengen.

Subdomein A2: Natuurwetenschappelijke, wiskundige en technische vaardigheden (bètaprofielniveau)

5. De kandidaat kan in contexten instructies voor onderzoek op basis van vraagstellingen uitvoeren en conclusies trekken uit de onderzoeksresultaten. De kandidaat maakt daarbij gebruik van consistente redeneringen en relevante rekenkundige en wiskundige vaardigheden.
6. De kandidaat kan in contexten op basis van een gesteld probleem een technisch ontwerp voorbereiden, uitvoeren, testen en evalueren en daarbij relevante begrippen, theorie en vaardigheden en valide en consistente redeneringen hanteren.
7. De kandidaat kan in contexten met name een gesloten probleem analyseren, een adequaat model selecteren, en modeluitkomsten genereren en interpreteren. De kandidaat maakt daarbij gebruik van consistente redeneringen en relevante rekenkundige en wiskundige vaardigheden.

8. De kandidaat kan in contexten een voor de natuurwetenschappen relevant instrumentarium hanteren, waar nodig met aandacht voor risico's en veiligheid; daarbij gaat het om instrumenten voor dataverzameling en -bewerking, vaktaal, vakconventies, symbolen en formuletaal.
9. De kandidaat kan in contexten een beargumenteerd oordeel over een situatie in de natuur of een technische toepassing geven, en daarin onderscheid maken tussen wetenschappelijke argumenten, normatieve maatschappelijke overwegingen en persoonlijke opvattingen.
Subdomein A3: NLT-specifieke vaardigheden
10. De kandidaat kan van een breed spectrum aan betatechnische studies en beroepen voorbeelden geven van interdisciplinaire vraagstukken die daarbinnen een rol spelen. Daarnaast kan de kandidaat een verband leggen tussen de praktijk van deze studies en beroepen en de eigen kennis, vaardigheden en belangstelling.
11. De kandidaat kan met gegevens van wiskundige en natuurwetenschappelijke aard consistente redeneringen opzetten van zowel inductief als deductief karakter.
12. De kandidaat kan een aantal relevante rekenkundige en wiskundige vaardigheden correct en geroutineerd toepassen bij vakspecifieke probleemsituaties.
13. De kandidaat kan bij het werken aan interdisciplinaire vraagstukken samenwerken met anderen, daarbij actief de inbreng van groepsleden stimuleren, deze op waarde schatten en gebruiken en een herkenbare eigen inbreng hebben bij het tot stand komen van het eindresultaat.

Domein B: Exacte wetenschappen en technologie

Subdomein B1: Interdisciplinariteit

14. De kandidaat kan voor de context relevante conceptuele kennis en benaderingen uit in ieder geval de aardwetenschappen, de biologie, de natuurkunde, de scheikunde en de wiskunde toepassen op interdisciplinaire vraagstukken, die betrekking hebben op de domeinen C t/m E. De kandidaat kan daarbij:
 - de rol van de verschillende disciplines bij de aanpak van het vraagstuk aan de hand van voorbeelden toelichten;
 - situaties beschrijven in termen van modelvorming, systeem, schaal en verandering;
 - experimenteel onderzoek en/of simulaties uitvoeren dan wel resultaten van experimenten en/of simulaties interpreteren;
 - technologische oplossingen ontwerpen dan wel ontworpen technologische oplossingen toelichten.

Subdomein B2: Wisselwerking tussen natuurwetenschap en technologie

15. De kandidaat kan de wisselwerking tussen de ontwikkeling van natuurwetenschappelijke kennis en technologie beschrijven en toelichten aan de hand van voorbeelden uit de domeinen C t/m E.

Domein C: Aarde en natuur

16. De kandidaat kan natuurwetenschappelijke en wiskundige concepten toepassen op interdisciplinaire vraagstukken met betrekking tot het monitoren en (duurzaam) beheren van de natuurlijke en ingerichte leefomgeving.

Domein D: Gezondheid, bescherming en veiligheid

17. De kandidaat kan natuurwetenschappelijke en wiskundige concepten toepassen op interdisciplinaire vraagstukken met betrekking tot bescherming, diagnose, genezing, verzorging of revalidatie van mensen.

Domein E: Materialen, processen en producten

Subdomein E1: Methoden en technieken van technologische ontwikkeling

18. De kandidaat kan een aantal voor recente technologieën belangrijke methoden en technieken benoemen en kan er een of meer daarvan toepassen op interdisciplinaire (ontwerp)vraagstukken.

Subdomein E2: Processen en producten

19. De kandidaat kan een actueel technologisch proces of product beschrijven en daarbij de bouw of werking ervan verklaren aan de hand van relevante natuurwetenschappelijke en wiskundige concepten.



4.5.2 Adviesexamenprogramma NLT - vwo

Het eindexamen

Het eindexamen bestaat uit het schoolexamen.

Het examenprogramma bestaat uit de volgende domeinen:

Domein A	Vaardigheden
Domein B	Exacte wetenschappen en technologie
Domein C	Aarde, natuur en heelal
Domein D	Gezondheid en veiligheid
Domein E	Technologische ontwikkeling
Domein F	Fundamenten van natuurwetenschap en technologie

Het schoolexamen

Het schoolexamen heeft betrekking op:

- het gehele domein A en domein B in combinatie met:
- minimaal één subdomein uit ieder van de domeinen C t/m F en ten minste vijf subdomeinen in totaal;
- en, indien het bevoegd gezag daarvoor kiest, andere vakonderdelen, die per kandidaat kunnen verschillen.

De examenstof

Domein A: Vaardigheden

Subdomein A1: Algemene vaardigheden (profieloverstijgend niveau)

1. De kandidaat kan doelgericht informatie zoeken, beoordelen, selecteren en verwerken.
2. De kandidaat kan adequaat schriftelijk, mondeling en digitaal in het publieke domein communiceren over onderwerpen uit het desbetreffende vakgebied.
3. De kandidaat kan bij het verwerven van vakkennis en vakvaardigheden reflecteren op eigen belangstelling, motivatie en leerproces.
4. De kandidaat kan aangeven op welke wijze natuurwetenschappelijke kennis in studie en beroep worden gebruikt en kan mede op basis daarvan zijn belangstelling voor studies en beroepen onder woorden brengen.

Subdomein A2: Natuurwetenschappelijke, wiskundige en technische vaardigheden (bètaprofielniveau)

5. De kandidaat kan in contexten vraagstellingen analyseren, gebruik makend van relevante begrippen en theorie, vertalen in een vakspecifiek onderzoek, dat onderzoek uitvoeren, en uit de onderzoeksresultaten conclusies trekken. De kandidaat maakt daarbij gebruik van consistente redeneringen en relevante rekenkundige en wiskundige vaardigheden.
6. De kandidaat kan in contexten op basis van een gesteld probleem een technisch ontwerp voorbereiden, uitvoeren, testen en evalueren en daarbij relevante begrippen, theorie en vaardigheden en valide en consistente redeneringen hanteren.
7. De kandidaat kan in contexten een relevant probleem analyseren, inperken tot een hanteer-

baar probleem, vertalen naar een model, modeluitkomsten genereren en interpreteren, en het model toetsen en beoordelen. De kandidaat maakt daarbij gebruik van consistente redeneringen en relevante rekenkundige en wiskundige vaardigheden.

8. De kandidaat kan in contexten een voor de natuurwetenschappen relevant instrumentarium hanteren, waar nodig met aandacht voor risico's en veiligheid; daarbij gaat het om instrumenten voor dataverzameling en -bewerking, vaktaal, vakconventies, symbolen en formuletaal.
9. De kandidaat kan in contexten een beargumenteerd oordeel over een situatie in de natuur of een technische toepassing geven, en daarin onderscheid maken tussen wetenschappelijke argumenten, normatieve maatschappelijke overwegingen en persoonlijke opvattingen.
Subdomein A3: NLT-specifieke vaardigheden
10. De kandidaat kan van een breed spectrum aan bètatechnische studies en beroepen voorbeelden geven van interdisciplinaire vraagstukken die daarbinnen een rol spelen. Daarnaast kan de kandidaat een verband leggen tussen de praktijk van deze studies en beroepen en de eigen kennis, vaardigheden en belangstelling.
11. De kandidaat kan met gegevens van wiskundige en natuurwetenschappelijke aard consistente redeneringen opzetten van zowel inductief als deductief karakter.
12. De kandidaat kan een aantal relevante rekenkundige en wiskundige vaardigheden correct en geroutineerd toepassen bij vakspecifieke probleemsituaties.
13. De kandidaat kan bij het werken aan interdisciplinaire vraagstukken samenwerken met anderen, daarbij actief de inbreng van groepsgenoten stimuleren, deze op waarde schatten en gebruiken en een herkenbare eigen inbreng hebben bij het tot stand komen van het eindresultaat.

Domein B: Exacte wetenschappen en technologie

Subdomein B1: Interdisciplinariteit

14. De kandidaat kan relevante conceptuele kennis en benaderingen uit in ieder geval de aardwetenschappen, de biologie, de natuurkunde, de scheikunde en de wiskunde gebruiken om interdisciplinaire vraagstukken te analyseren, die betrekking hebben op de domeinen C t/m F.

De kandidaat kan daarbij:

- reflecteren op de rol van de verschillende disciplines bij een interdisciplinaire aanpak;
- situaties analyseren aan de hand van de termen modelvorming, systeem, schaal en verandering;
- experimenteel onderzoek en/of simulaties uitvoeren dan wel resultaten van experimenten en/of simulaties interpreteren;
- technologische oplossingen ontwerpen dan wel ontworpen technologische oplossingen evalueren.

Subdomein B2: Wisselwerking tussen natuurwetenschap en technologie

15. De kandidaat kan de wisselwerking tussen de ontwikkeling van natuurwetenschappelijke kennis en technologie beschrijven en toelichten aan de hand van voorbeelden uit de domeinen C t/m F.

Domein C: Aarde, natuur en heelal

Subdomein C1: Processen in levende natuur, aarde en ruimte

16. De kandidaat kan natuurwetenschappelijke en wiskundige concepten toepassen bij het verklaren van interdisciplinaire processen op het gebied van de studie van de levende natuur, aardwetenschappen en ruimtewetenschappen.

Subdomein C2: Duurzaamheid

17. De kandidaat kan natuurwetenschappelijke en wiskundige concepten gebruiken bij het analyseren van interdisciplinaire vraagstukken met betrekking tot het duurzaam gebruik van grondstoffen, energie en ruimte.

Domein D: Gezondheid en veiligheid

Subdomein D1: De gezonde en zieke mens

18. De kandidaat kan natuurwetenschappelijke en wiskundige concepten gebruiken bij het verklaren van interdisciplinaire processen in het menselijk lichaam (bij gezonde en zieke mensen), en bij het analyseren van interdisciplinaire vraagstukken met betrekking tot bescherming, diagnose, genezing, verzorging of revalidatie van mensen.

Subdomein D2: Bescherming en veiligheid

19. De kandidaat kan natuurwetenschappelijke en wiskundige concepten gebruiken bij het analyseren van interdisciplinaire vraagstukken met betrekking tot de bescherming van het menselijk lichaam.

Domein E: Technologische ontwikkeling

Subdomein E1: Methoden en technieken van technologische ontwikkeling

20. De kandidaat kan een aantal voor recente technologieën belangrijke methoden en technieken benoemen en kan een of meer daarvan toepassen op interdisciplinaire (ontwerp)vraagstukken.

Subdomein E2: Processen en producten

21. De kandidaat kan een actueel technologisch proces of product beschrijven en daarbij de bouw of werking ervan analyseren aan de hand van relevante natuurwetenschappelijke en wiskundige concepten.

Domein F: Fundamenten van natuurwetenschap en technologie

Subdomein F1: Fundamentele theorieën

22. De kandidaat kan een aantal voor de natuurwetenschap belangrijke recente theorieën benoemen en kan concepten uit een of meerdere van deze theorieën toepassen op natuurwetenschappelijke of technologische vraagstukken.

Subdomein F2: Methoden en technieken van onderzoek

23. De kandidaat kan een aantal belangrijke methoden en technieken van meten, onderzoeken en ontwerpen benoemen en kan enkele daarvan toepassen op natuurwetenschappelijke of technologische vraagstukken.

5 Ontwikkelingen na 2010

In de periode 2006-2010 is NLT op de kaart gezet. Bijna de helft van de havo/wvo-scholen biedt NLT aan en er is een ruime hoeveelheid lesmateriaal beschikbaar. In de scholen is veel ervaring opgedaan met organisatie en uitvoering van het onderwijs, waarbij voorbeelden van goede en minder goede praktijken bekend worden. De jaarlijkse conferentie is een traditie geworden. Er zijn tal van contacten gelegd tussen scholen, het hoger onderwijs en andere kennisinstellingen, veelal via een tiental actieve regionale steunpunten NLT. De activiteiten van een Landelijk Ontwikkelpunt (LOP) en de regie van een Stuurgroep hebben daarbij een belangrijke rol gespeeld, naast de grote inzet van docenten en ontwikkelaars van lesmateriaal.

Een nieuw schoolvak is echter kwetsbaar en het zou onverstandig zijn de regie op de ontwikkeling van NLT los te laten. Immers, de traditie is nog jong en er is nog veel werk te doen om NLT te verankeren in het Nederlandse onderwijs.

In de loop van 2009/2010 heeft de Stuurgroep NLT zich gebogen over de toekomst van NLT en heeft daarbij ook docenten van havo en wvo en vertegenwoordigers van het hoger onderwijs geraadpleegd. De volgende zaken verdienen aandacht in de komende jaren: 1. Kwaliteitsborging schoolexamens, 2. Samenhang in het NLT-curriculum, 3. Lesmateriaal, 4. Afstemming met andere bètavakken, 5. Professionalisering van docenten, 6. Voorzieningen, 7. Belangenbehartiging, 8. Evaluatie.



1. Kwaliteitsborging schoolexamens

Voor elk schoolvak geldt uiteraard dat de kwaliteit van het onderwijs geborgd dient te zijn. Voor veel schoolvakken vervult het centrale examen deze functie ten dele. Voor NLT is gekozen voor afsluiting met een schoolexamen om een flexibel curriculum mogelijk te maken. Die flexibiliteit wordt ook alom gewaardeerd door docenten. De kwaliteit van de schoolexamens is echter een punt van aandacht, omdat voorkomen moet worden dat er al te grote verschillen ontstaan in de leerresultaten van leerlingen die het NLT-onderwijs volgen.

De volgende initiatieven zouden een bijdrage kunnen leveren aan het borgen van de kwaliteit van het NLT-onderwijs:

- a. het publiceren van een handleiding voor het samenstellen van NLT-toetsen, gebruik makend van 'best practices';
- b. het publiceren van voorbeelden voor uitwerking van eindtermen in een handreiking;
- c. het jaarlijks aanleveren van voorbeeldvragen voor het schoolexamen;
- d. het regionaal organiseren van peer reviews van NLT-toetsing door docenten havo/vwo;
- e. het consulteren van docenten uit het hoger onderwijs bij de NLT-toetsing.

Belangrijke rollen zijn hierbij weggelegd voor het CITO, de SLO, de NVON en regionale steunpunten. De Inspectie zou de kwaliteitsborging van schoolexamens per school dienen te toetsen.

2. Samenhang in het NLT-curriculum

Het onderwijs in NLT is opgebouwd uit modules van 40 studielasturen. Gebleken is dat een dergelijke modulaire aanpak grote voordelen heeft: er is voldoende tijd om diepgang te bereiken, de modules vertonen veel interne samenhang, de keuzevrijheid van docenten wordt bevorderd en onderdelen van het curriculum kunnen gemakkelijk worden aangepast aan de actualiteit, de mogelijkheden in de regio en de interesses van de leerlingen. Het nadeel is dat het curriculum als geheel verbrokkeld wordt: de modules sluiten niet goed op elkaar aan in didactiek en inhoud.

Sommige scholen zijn zelf al begonnen om leerlijnen te ontwikkelen in kennis en vaardigheden. Zij doen dat elk op een eigen wijze. Om te voorkomen dat elke school op dit gebied zelf het wiel moet uitvinden, wordt aanbevolen om een werkgroep in het leven te roepen die in aansluiting op 'best practices' een aantal leerlijnen ontwikkelt. Daarbij kan bijvoorbeeld aandacht worden geschonken aan de ontwikkeling van kennis en vaardigheden, aan examenonderdelen in het B-domein (interdisciplinariteit en wisselwerking tussen natuurwetenschappen en technologie), aan werkvormen, aan samenwerking met externe partners en aan beeldvorming van wetenschap en techniek.

3. Lesmateriaal

In de afgelopen periode is veel lesmateriaal ontwikkeld, veel meer dan noodzakelijk is voor

de geldende studielast. Dat lesmateriaal heeft een kwaliteitskeurmerk ontvangen (certificering), maar dat betekent niet dat het lesmateriaal niet voor verbetering vatbaar is. Ondanks het testen en de beoordeling door experts blijkt toch dat in de loop van de jaren verbetering van het lesmateriaal gewenst is. Voor een deel betreft dat aanpassing van activiteiten of van de moeilijkheidsgraad. Daarbij kan ook gedacht worden aan gebruik van nieuwe digitale technieken. Daarnaast kan een betere inpassing in leerlijnen een motief zijn. Maar ook actuele ontwikkelingen op inhoudelijk gebied vereisen aandacht. Immers, NLT wil een goed beeld geven van recente ontwikkelingen in wetenschap en technologie. Aanbevolen wordt prioriteit te geven aan inhoudelijke en didactische actualisering van gecertificeerd lesmateriaal, naast de doorgaande ontwikkeling van modules over nieuwe onderwerpen.

Vanuit het scholenveld wordt aangedrongen op het behoud van de certificeringprocedure, zodat docenten verzekerd zijn van de kwaliteit van het lesmateriaal dat zij gebruiken. Juist het actuele en interdisciplinaire karakter van veel modules maakt het voor docenten moeilijk om zelf aangeboden materiaal aan een uitgebreide kwaliteitsanalyse te onderwerpen. Op dit gebied wordt samenwerking gezocht met de VO-raad in het kader van de plannen van het IP-VO.

4. Afstemming met andere bètavakken

Te verwachten is dat vanaf 2013 nieuwe programma's voor natuurkunde, biologie en scheikunde worden ingevoerd. Dit betekent dat overeenkomsten en verschillen met de nieuwe examenprogramma's aandacht vragen. Het betreft enerzijds de voorkennis die verwacht mag worden van leerlingen, en anderzijds de mogelijkheden voor verdieping. Een nieuwe handreiking voor NLT zal hieraan aandacht moeten schenken, met name om het keuzeproces van NLT-docenten te ondersteunen bij de selectie van modules en om rekening te houden met de aanwezige voorkennis.

In de afgelopen periode is gebleken dat NLT op veel scholen heeft geleid tot meer contact tussen docenten van verschillende disciplines in de vorm van samenwerking en afstemming. Docenten hebben kennis gemaakt met de inhoud en de manier van werken bij aanpalende schoolvakken. Van die NLT-ervaring kan goed gebruik worden gemaakt bij het vormgeven van een samenhangend bètacurriculum in de bovenbouw van havo en vwo.

5. Professionalisering van docenten

Het NLT-programma maakt het mogelijk onderwerpen in het onderwijs te behandelen die tot voor kort niet in het voortgezet onderwijs aan bod kwamen. Dat vraagt van docenten om zich te verdiepen in deze nieuwe onderwerpen. Tot op heden werd die gelegenheid geboden door regionale steunpunten en de jaarlijkse landelijke conferentie. Dergelijke voorzieningen blijven noodzakelijk en zullen naar verwachting ook van belang worden bij de

invoering van de nieuwe examenprogramma's vanaf 2013. Dat vraagt om de uitbreiding van NLT-steunpunten naar bètabrede steunpunten die gedragen worden door hoger en voortgezet onderwijs. Tot op heden werden deze steunpunten in belangrijke mate ondersteund met middelen uit het Sprintprogramma. Aangezien die vanaf 2011 niet meer beschikbaar zijn, zal naar nieuwe financieringsbronnen moeten worden gezocht. Te denken valt aan een ondersteuning met middelen uit voortgezet en hoger onderwijs, en een landelijke voorziening. Immers, scholen, universiteiten, hogescholen en de overheid hebben er belang bij dat docenten zich kunnen blijven professionaliseren. Dat bevordert de kwaliteit van het onderwijs, leidt tot een betere voorbereiding van leerlingen op een studie in het hoger onderwijs en versterkt de status en de aantrekkelijkheid van het beroep van leraar. Dat laatste is van groot belang in het licht van de vergrijzing van het lerarenkorps en het te verwachten tekort aan eerstegraads docenten.

Eerstegraads leraren biologie, natuurkunde, wiskunde, scheikunde en aardrijkskunde zijn vanaf 2007 bevoegd om NLT-onderwijs te verzorgen. Zij zijn daarop echter niet voorbereid in hun opleiding. Dat was niet mogelijk omdat het schoolvak NLT nog niet bestond. De Stuurgroep NLT beveelt niet aan een aparte NLT-bevoegdheid in het leven te roepen. Dat zou suggereren dat een docent voldoende bekwaam zou moeten zijn om het gehele NLT-onderwijs te verzorgen. Dit lijkt niet haalbaar zonder verlies van kwaliteit. Bovendien zou een verplicht bevoegdheidstraject veel weerstanden oproepen bij zittende docenten die nu NLT-onderwijs verzorgen. Nu er veel ervaring met NLT-onderwijs is opgebouwd, is het wel mogelijk om ook al in de initiële opleiding aandacht te besteden aan NLT. Enkele lerarenopleidingen hebben op dit gebied al initiatieven genomen. Maar die initiatieven zijn qua aard en omvang erg verschillend. Voorgesteld wordt een werkgroep in te richten van opleiders om een competentieprofiel voor NLT-bekwaamheid te ontwikkelen en opleidingsmogelijkheden in kaart te brengen, gebruik makend van 'best practices'. Het digitale expertise-systeem van ECENT kan daarbij een nuttige functie vervullen.

6. Voorzieningen

De centrale regie van NLT heeft goed gewerkt en vraagt om continuïteit. Voorgesteld wordt daartoe een nieuwe Stuurgroep samen te stellen, ondersteund door een landelijk coördinatiepunt (LCP). Het LCP kan het leermiddelenbestand beheren, communicatie-activiteiten verzorgen, de landelijke conferentie organiseren, de regionale steunpunten NLT coördineren, de bovengenoemde werkgroepen begeleiden en hun opbrengsten verspreiden, en een netwerk blijven coördineren van scholen die door middel van registratie hebben aangegeven bereid te zijn om gezamenlijk aan de kwaliteit van het NLT-onderwijs te werken. Op een dergelijke voorziening is door het vo-veld aangedrongen om gezamenlijk borg te kunnen staan voor goed NLT-onderwijs.

7. Belangenbehartiging

Een dynamisch schoolvak zoals NLT kan niet in een isolement worden ontwikkeld en uitgevoerd. Het vraagt om samenwerking met andere partners, zoals hoger onderwijs, onderzoeksinstellingen en bedrijfsleven. De afgelopen jaren zijn met deze vormen van samenwerking goede ervaringen opgedaan bij het ontwikkelen van modules, het professionaliseren van docenten en bij gastlessen door experts. Op enkele universiteiten (zoals de Radboud Universiteit Nijmegen en de Universiteit Utrecht) wordt zelfs NLT-onderwijs geheel of gedeeltelijk door de universiteit verzorgd. Door enkele bedrijven (bijvoorbeeld Shell en Philips) wordt meegewerkt aan de actualisering van bestaande modules.

Deze vormen van samenwerking verdienen ook de komende jaren aandacht. Dit kan worden bereikt door dergelijke stakeholders te laten vertegenwoordigen in de Stuurgroep en structurele afspraken te maken met het Jet-Net programma en de Stichting IOBT.

8. Evaluatie

In de afgelopen periode is nuttig gebruik gemaakt van evaluatie-instrumenten, bijvoorbeeld vragenlijsten en schoolbezoeken, deels door het LOP, deels door het onafhankelijke evaluatieonderzoek van de SLO. Dit soort formatieve evaluatie blijft noodzakelijk om zicht te houden op de ontwikkeling van NLT op de bovengenoemde aandachtspunten. Dat geeft ook de nieuwe Stuurgroep NLT de mogelijkheid om daadwerkelijk te sturen. Aan het eind van de komende periode van vijf jaar is een vorm van summatieve evaluatie van belang in het kader van beslissingen over de toekomst van NLT.



Bronnen

- Boersma, K., Bulte, A., Kröger, J., Pieters, M. & Seller, F. (2010). *Samenhang in het natuurwetenschappelijk onderwijs voor havo en vwo*
- Kuiper, W., Folmer, E., Ottevanger, W. & Bruning, L. (2010). *Curriculumevaluatie Bètaonderwijs Tweede Fase*. Enschede: SLO
- Profielcommissies (2005). *Kortetermijnadvies*. Enschede: SLO
- Savelsbergh, E. (ed). (2007). *Modelleren en computermodellen in de bètavakken*. Utrecht: cd-bèta
- Stuurgroep NLT (2007). *Contouren van een nieuw bètavak*. Enschede: SLO
www.betavak-nlt.nl
- Visser, T.C., Coenders, F.T.M., Terlouw, C. & Pieters, J.M. (2010). Essential characteristics for a professional development program for promoting the implementation of a multidisciplinary science module. *Journal of Science Teacher Education 21*: 623-642

Bijlagen

- I Samenstelling Stuurgroep en Landelijk Ontwikkelpunt NLT
- II Examenprogramma NLT 2007
- III Overzicht van (sub)domeinen van het examenprogramma met gecertificeerde modules en copyrightverklaring
- IV Overzicht van bij ontwikkeling van lesmateriaal betrokken instellingen
- V Afkortingen

Bijlage I

Samenstelling stuurgroep NLT

Voorzitter:

De heer prof. dr. H.M.C. Eijkelhof
Universiteit Utrecht, namens Vernieuwingscommissie Natuurkundeonderwijs

Secretaris:

Mevrouw drs. J.H.J. Krüger
SLO, Nationaal Expertisecentrum leerplanontwikkeling

Leden:

De heer ir. J.A.C.M. Andriessen
KSE, Etten-leur, namens NVW tot 1 juli 2008

De heer drs. P.C. Beukenkamp
namens KNAG

De heer prof. dr. K.Th. Boersma
Universiteit Utrecht, namens Commissie Vernieuwing Biologie Onderwijs

De heer prof. dr. H.W. Broer
Rijksuniversiteit Groningen, namens Commissie Toekomst Wiskundeonderwijs

De heer dr. F.G.M. Coenders
ELAN Universiteit Twente, namens Stuurgroep Nieuwe Scheikunde vanaf 1 september 2006

Mevrouw drs. H.P.W. Driessen
SLO, namens Stuurgroep Nieuwe Scheikunde tot 1 september 2006

De heer drs. T.R. Eyckenschild
Shell IT International, namens Jet-Net

De heer drs. E.J. Hendriks
namens NVON

De heer drs. F.L.J.M. van den Heuvel
namens NvW vanaf 1 juli 2008

De heer ir. J. Ouwehand, REA
Saxion Hogescholen, namens HBO

De heer drs. J. Wagemakers
namens Platform Beta Techniek

Projectgroep, inclusief Landelijk Ontwikkelpunt NLT

Projectgroep

Mevrouw drs. J.H.J. Krüger

projectleider (SLO), 1 januari 2006 - 31 december 2010

De heer J.G.M. Paus

projectmedewerker (SLO), 1 januari 2006 - 31 december 2010

Landelijk ontwikkelpunt

De heer dr. D.J. Boerwinkel

Universiteit Utrecht, vanaf 1 januari 2007

Mevrouw ir. J.W. Elferink

ELAN, 1 april 2008 - 30 juni 2010

De heer drs. J.H. Gademan

Onderwijskundig adviseur, vanaf 1 januari 2007

De heer M. Hazelaar

Docent Chr. College De Populier, Den Haag, 1 maart 2006 - 31 juli 2006

Mevrouw drs. B.A.I. Hollaardt

Communicatie adviseur, vanaf 1 januari 2007

Mevrouw ir. B.I. Michels

SLO, 1 januari 2006 - 31 december 2010

Mevrouw drs. H. Wielenga

Hogeschool Utrecht, 1 maart 2006 - 31 juli 2010

De heer dr. J.J. Wietsma

Docent Greijdanus College, Zwolle, 1 augustus 2006 - 31 juli 2010



Bijlage II

Examenprogramma natuur, leven en technologie havo (2007)

Het eindexamen

Het eindexamen bestaat uit het schoolexamen.

Het examenprogramma bestaat uit de volgende domeinen:

Domein A	Vaardigheden
Domein B	Taal van de natuurwetenschap
Domein C	Bedreiging en behoud van de leefomgeving
Domein D	Zorgen en genezen
Domein E	Opsporen en beschermen
Domein F	Verbetering van de kwaliteit van leven
Domein G	Grenzen verleggen
Domein H	Communiceren en navigeren
Domein I	Gemak dient de mens

Het schoolexamen heeft betrekking op het gehele domein A in combinatie met

- domein B
- tenminste twee van de domeinen C t/m E
- tenminste twee van de domeinen F t/m I

De examenstof

Domein A: Vaardigheden

A1: Profieloverstijgende vaardigheden

Subdomein A1-1: Informatievaardigheden

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

Subdomein A1-2: Communiceren

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

Subdomein A1-3: Reflecteren op leren

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

Subdomein A1-4: Studie en beroep

4. De kandidaat kan toepassingen en effecten van vakkennis en -vaardigheden in verschillende studie- en beroepssituaties herkennen en benoemen. Daarnaast kan de kandidaat een verband leggen tussen de praktijk van deze studies en beroepen en de eigen kennis, vaardigheden en belangstelling.

A2: Beta-profielvaardigheden

Subdomein A2-1: Onderzoeken

5. De kandidaat kan een vraagstelling in een geselecteerde context analyseren, gebruik

makend van relevante begrippen en theorie, vertalen in een vakspecifiek onderzoek, dat onderzoek uitvoeren, en uit de onderzoeksresultaten conclusies trekken.

Subdomein A2-2: Ontwerpen

6. De kandidaat kan een ontwerp op basis van een gesteld probleem voorbereiden, uitvoeren, testen en evalueren en daarbij relevante begrippen/theorie gebruiken.

Subdomein A2-3: Modelvorming

7. De kandidaat kan een realistische contextsituatie analyseren, inperken tot een hanteerbaar probleem, een adequaat model selecteren, modeluitkomsten genereren en interpreteren en het gekozen model valideren.

Subdomein A2-4: Redeneren

8. De kandidaat kan met gegevens van wiskundige en natuurwetenschappelijke aard consistente redeneringen opzetten van zowel inductief als deductief karakter.

Subdomein A2-5: Waarderen en oordelen

9. De kandidaat kan een beargumenteerd oordeel over een situatie in de natuur of een technische toepassing geven, en daarin onderscheid maken tussen feiten en meningen.

Subdomein A2-6: Rekenkundige en wiskundige vaardigheden

10. De kandidaat kan een aantal relevante rekenkundige en wiskundige vaardigheden correct en geroutineerd toepassen bij vakspecifieke probleemsituaties.

A3: Vakspecifieke vaardigheden

Subdomein A3-1: Technisch-instrumentele vaardigheden

11. De kandidaat kan op een verantwoorde manier omgaan met relevante vakinstrumenten, -apparaten en ICT-toepassingen.

Subdomein A3-2: Vaktaal, conventies en notaties

12. De kandidaat kan de correcte vakspecifieke taal en terminologie interpreteren en produceren, inclusief de daarbij inbegrepen formuletaal, conventies en notaties.

Subdomein A3-3: Vakspecifiek gebruik van de computer

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

Domein B: Taal van de natuurwetenschap

14. De kandidaat kan relevante concepten en technieken uit wiskunde en/of informatica toepassen op natuurwetenschappelijke of technologische vraagstukken.

Domein C: Bedreiging en behoud van de leefomgeving

15. De kandidaat kan uitleggen hoe natuurwetenschap en techniek gebruikt worden bij het monitoren, verbeteren en duurzaam beheren van de natuurlijke en ingerichte leefomgeving, en de daarvoor relevante concepten toepassen in verschillende situaties.

Domein D: Zorgen en genezen

16. De kandidaat kan uitleggen hoe natuurwetenschap en techniek gebruikt worden bij het verzorgen en genezen van mensen en de daarvoor relevante concepten toepassen in verschillende situaties.

Domein E: Opsporen en beschermen

17. De kandidaat kan uitleggen hoe natuurwetenschap en techniek gebruikt worden bij de controle en bescherming van goederen, dieren en mensen, en de daarvoor relevante concepten toepassen in verschillende situaties.

Domein F: Verbetering van de kwaliteit van leven

18. De kandidaat kan uitleggen hoe natuurwetenschap en techniek gebruikt worden bij de ontwikkeling van technologieën ten behoeve van de verbetering van de kwaliteit van (menselijk) leven, en de daarvoor relevante concepten toepassen in verschillende situaties.

Domein G: Grenzen verleggen

19. De kandidaat kan uitleggen hoe natuurwetenschap en techniek gebruikt worden bij de ontwikkeling van technologieën die de grenzen van menselijke (reële en/of virtuele) mobiliteit verleggen, en de daarvoor relevante concepten toepassen in verschillende situaties.

Domein H: Communiceren en navigeren

20. De kandidaat kan uitleggen hoe natuurwetenschap en techniek gebruikt worden bij de ontwikkeling van technologieën voor communicatie, navigatie, ruimtevaart en informatie-beheer, en de daarvoor relevante concepten toepassen in verschillende situaties.

Domein I: Gemak dient de mens

21. De kandidaat kan uitleggen hoe natuurwetenschap en techniek gebruikt worden bij de ontwikkeling van technologieën die efficiëntie en/of gebruiksgemak vergroten, en de daarvoor relevante concepten toepassen in verschillende situaties.

Examenprogramma natuur, leven en technologie vwo (2007)

Het eindexamen

Het eindexamen bestaat uit het schoolexamen.

Het examenprogramma bestaat uit de volgende domeinen:

Domein A	Vaardigheden
Domein B	Fundament van wetenschap en technologie
Domein C	Aarde en klimaat
Domein D	Stellaire informatie en processen
Domein E	Biofysica, -chemie en -informatica
Domein F	Biomedische technologie en biotechnologie
Domein G	(Duurzaam) gebruik van grondstoffen, energie en ruimte
Domein H	Materialen, proces- en productietechnologie
Domein I	Werktuigen, voertuigen en producten

Het schoolexamen heeft betrekking op het gehele domein A in combinatie met

- domein B
- tenminste twee van de domeinen C t/m E
- tenminste drie van de domeinen F t/m I

De examenstof

Domein A: Vaardigheden

A1: Profieloverstijgende vaardigheden

Subdomein A1-1: Informatievaardigheden

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

Subdomein A1-2: Communiceren

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

Subdomein A1-3: Reflecteren op leren

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

Subdomein A1-4: Studie en beroep

4. De kandidaat kan toepassingen en effecten van vakkennis en -vaardigheden in verschillende studie- en beroepssituaties herkennen en benoemen. Daarnaast kan de kandidaat een verband leggen tussen de praktijk van deze studies en beroepen en de eigen kennis, vaardigheden en belangstelling.

A2: Bèta-profielvaardigheden

Subdomein A2-1: Onderzoeken

5. De kandidaat kan een vraagstelling in een geselecteerde context analyseren, gebruik makend van relevante begrippen en theorie, vertalen in een vakspecifiek onderzoek, dat onderzoek uitvoeren, en uit de onderzoeksresultaten conclusies trekken.

Subdomein A2-2: Ontwerpen

6. De kandidaat kan een ontwerp op basis van een gesteld probleem voorbereiden, uitvoeren, testen en evalueren en daarbij relevante begrippen/theorie gebruiken.

Subdomein A2-3: Modelvorming

7. De kandidaat kan een realistische contextsituatie analyseren, inperken tot een hanteerbaar probleem, vertalen naar een model, modeluitkomsten genereren en interpreteren en het model toetsen en beoordelen.

Subdomein A2-4: Redeneren

8. De kandidaat kan met gegevens van wiskundige en natuurwetenschappelijke aard consistente redeneringen opzetten van zowel inductief als deductief karakter.

Subdomein A2-5: Waarderen en oordelen

9. De kandidaat kan een beargumenteerd oordeel over een situatie in de natuur of een technische toepassing geven, en daarin onderscheid maken tussen wetenschappelijke argumenten en persoonlijke uitgangspunten.

Subdomein A2-6: Rekenkundige en wiskundige vaardigheden

10. De kandidaat kan een aantal relevante rekenkundige en wiskundige vaardigheden correct en geroutineerd toepassen bij vakspecifieke probleemsituaties.

A3: Vakspecifieke vaardigheden

Subdomein A3-1: Technisch-instrumentele vaardigheden

11. De kandidaat kan op een verantwoorde manier omgaan met relevante vakinstrumenten, -apparaten en ICT-toepassingen.

Subdomein A3-2: Vaktaal, conventies en notaties

12. De kandidaat kan de correcte vakspecifieke taal en terminologie interpreteren en produceren, inclusief de daarbij inbegrepen formuletaal, conventies en notaties.

Subdomein A3-3: Vakspecifiek gebruik van de computer

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

Domein B: Fundament van wetenschap en technologie

14. De kandidaat kan een aantal voor de natuurwetenschap belangrijke wiskundige technieken en ontwikkelingen toepassen, dan wel enkele recente theoriën uit de fundamentele natuurwetenschap uitleggen.

Domein C: Aarde en klimaat

15. De kandidaat kan ontwikkelingen op het gebied van de aardwetenschappen, uitleggen en daarbij relevante concepten gebruiken en toepassen in nieuwe situaties.

Domein D: Stellaire informatie en processen

16. De kandidaat kan ontwikkelingen op het gebied van de ruimtewetenschappen, uitleggen en daarbij relevante concepten gebruiken en toepassen in nieuwe situaties.

Domein E: Biofysica, -chemie en -informatica

17. De kandidaat kan ontwikkelingen op het gebied van de levenswetenschappen, uitleggen en daarbij relevante concepten gebruiken en toepassen in nieuwe situaties.

Domein F: Biomedische technologie en biotechnologie

18. De kandidaat kan ontwikkelingen op het gebied van biomedische technologie en biotechnologie analyseren en daarbij relevante concepten gebruiken en toepassen in nieuwe situaties.

Domein G: (Duurzaam) gebruik van grondstoffen, energie en ruimte

19. De kandidaat kan technologische ontwikkelingen op het gebied van het (duurzame) gebruik van grondstoffen, energie en ruimte analyseren, en daarbij relevante concepten gebruiken en toepassen in nieuwe situaties.

Domein H: Materialen, proces- en productietechnologie

20. De kandidaat kan technologische ontwikkelingen op het gebied van het produceren, controleren en analyseren van materialen, producten en processen analyseren, en daarbij relevante concepten gebruiken en toepassen in nieuwe situaties.

Domein I: Werktuigen, voertuigen en producten

21. De kandidaat kan technologische ontwikkelingen op het gebied van werktuigen, voertuigen en producten analyseren, en daarbij relevante concepten gebruiken en toepassen in nieuwe situaties.

Bijlage III

Overzicht van (sub)domeinen van het adviesexamenprogramma met gecertificeerde modules

Voor een volledig en actueel overzicht van gecertificeerde modules zie www.betavak-nlt.nl

HAVO

(sub) domein	eindterm	modules die een belangrijke bijdrage aan het betreffende domein kunnen leveren
C	De kandidaat kan natuurwetenschappelijke en wiskundige concepten toepassen op interdisciplinaire vraagstukken met betrekking tot het monitoren en (duurzaam) beheren van de natuurlijke en ingerichte leefomgeving.	Aërosolen en vuile lucht Duurzaam en niet duur Nul-energie huis Plaatsbepaling en navigatie De bodem leeft Glastuinbouw en energie
D	De kandidaat kan natuurwetenschappelijke en wiskundige concepten toepassen op interdisciplinaire vraagstukken met betrekking tot bescherming, diagnose, genezing, verzorging of revalidatie van mensen.	Forensisch onderzoek Een feest zonder katers Overleven in het ISS Een waarheid als een koe Wat zeg je? Medische beeldvorming Leef met je hart
E1	De kandidaat kan een aantal voor recente technologieën belangrijke methoden en technieken benoemen en kan er een of meer daarvan toepassen op interdisciplinaire (ontwerp)vraagstukken.	Dynamische modellen havo Digitale techniek Human technology cares Leven met robots
E2	De kandidaat kan een actueel technologisch proces of product beschrijven en daarbij de bouw of werking ervan verklaren aan de hand van relevante natuurwetenschappelijke en wiskundige concepten.	Sportprestatie (ook D) Lijmen en hechting Door de zoete appel heenbijten Smaak maken Waterzuivering Veiliger met kaart en GIS (ook D)

VWO

(sub) domein	eindterm	modules die een belangrijke bijdrage aan het betreffende domein kunnen leveren
C1	De kandidaat kan natuurwetenschappelijke en wiskundige concepten toepassen bij het verklaren van interdisciplinaire processen op het gebied van de studie van de levende natuur, aardwetenschappen en ruimtetwetenschappen.	De bewegende aarde Levensloop van sterren IJs en klimaat Brandstof voor het leven

(sub) domein	eindterm	modules die een belangrijke bijdrage aan het betreffende domein kunnen leveren
C2	De kandidaat kan natuurwetenschappelijke en wiskundige concepten gebruiken bij het analyseren van interdisciplinaire vraagstukken met betrekking tot het duurzaam gebruik van grondstoffen, energie en ruimte.	Klimaatverandering: als het N-pool gebied opwarmt CO2-opslag, zin of onzin? Blue energy Ruimte voor rivieren
D1	De kandidaat kan natuurwetenschappelijke en wiskundige concepten gebruiken bij het verklaren van interdisciplinaire processen in het menselijk lichaam (bij gezonde en zieke mensen), en bij het analyseren van interdisciplinaire vraagstukken met betrekking tot bescherming, diagnose, genezing, verzorging of revalidatie van mensen.	Medicijnen: van molecuul tot mens Bioinformatica (context: syndroom van Rett) Biosensoren Kunstnier en membranen Hart en vaten Moleculen in leven (context: taaislijmziekte) Hersenen en leren
D2	De kandidaat kan natuurwetenschappelijke en wiskundige concepten gebruiken bij het analyseren van interdisciplinaire vraagstukken met betrekking tot de bescherming van het menselijk lichaam.	Forensisch onderzoek Rijden onder invloed Summer in the City
E1	De kandidaat kan een aantal voor recente echnologieën belangrijke methoden en technieken benoemen en kan een of meer daarvan toepassen op interdisciplinaire (ontwerp)vraagstukken.	Technisch ontwerpen in de biomedische technologie Echt of vals Robotica Sound Design Basisinformatica
E2	De kandidaat kan een actueel technologisch proces of product beschrijven en daarbij de bouw of werking ervan analyseren aan de hand van relevante natuur wetenschappelijke en wiskundige concepten	De MP3-speler De waterstofauto binnenstebuiten Kernfusie Holografie Drinkwater, lekker belangrijk! Oude brandstof in nieuwe vaten Moleculaire Gastronomie Zuiver drinkwater? Food or fuel?
F1	De kandidaat kan een aantal voor de natuurwetenschap belangrijke recente theorieën benoemen en kan concepten uit een of meerdere van deze theorieën toepassen op natuurwetenschappelijke of technologische vraagstukken.	Queeste naar Entropie Complexe Stromen Kwantumstructuur van materie
F2	De kandidaat kan een aantal belangrijke methoden en technieken van meten, onderzoeken en ontwerpen benoemen en kan enkele daarvan toepassen op natuurwetenschappelijke of technologische vraagstukken.	Dynamische modellen vwo Meten aan melkwegstelsels

Voor alle door de Stuurgroep ontwikkelde en gecertificeerde modules geldt een Creative Commons Naamsvermelding-Niet-commercieel-Gelijk delen 3.0 Nederland Licentie. Zie <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/nl>. Het auteursrecht berust bij SLO.

Bijlage IV

Overzicht van bij de ontwikkeling van modules betrokken instellingen

Ontwikkelscholen (96)

CSG Noordik	Almelo
Sg. St. Canisius	Almelo
Baken Park Lyceum	Almere
José Mastenbroek	Almere
Stedelijk Gymnasium	
Johan van Oldenbarnevelt	Amersfoort
Barlaeusgymnasium	Amsterdam
Damstede	Amsterdam
Open Schoolgemeenschap Bijlmer	Amsterdam
Pieter Nieuwland College/	
Cygnus gymnasium	Amsterdam
St. Nicolaas Lyceum	Amsterdam
Gymnasium Apeldoorn	Apeldoorn
Arentheem College	Arnhem
Lorentz Lyceum	Arnhem
Stedelijk Gymnasium	Arnhem
Het Baarnsch Lyceum	Baarn
Het Nieuwe Lyceum	Bilthoven
Newmancollege	Breda
Goois Lyceum	Bussum
IJsselcollege	Capelle aan den IJssel
Bonhoeffercollege	Castricum
Merlet College	Cuijk
Lek & Linge	Culemborg
Grotius College	Delft
Fivelcollege	Delfzijl
Chr. Gymnasium Sorghvliet	Den Haag
Chr. College De Populier	Den Haag
Edith Stein	Den Haag
Hofstad Lyceum	Den Haag
Montaigne Lyceum	Den Haag
Revius Lyceum	Doorn
CSG Liudger	Drachten
Ichthus College	Dronen
2College	Durendael, Oisterwijk
Het Streek	Ede
Christiaan Huygens College	Eindhoven
Lorentz Casimir Lyceum	Eindhoven
Stedelijk College Eindhoven	Eindhoven
Nuborgh College	Elburg
Strabrecht College	Geldrop
Mill-Hill College	Goirle
Rölingcollege	Groningen
Willem Lodewijk Gymnasium	Groningen
Mendelcollege	Haarlem
Stedelijk Gymnasium	Haarlem
Maartenscollege	Haren
RSG Simon Vestdijk	Harlingen
Dr. Knippenbergh College	Helmond
Jan van Brabant College	Helmond
Bataafs Lyceum	Hengelo
Montessori College Twente	Hengelo
A. Roland Holst College	Hilversum
Comenius College	Hilversum

Dr. Aletta Jacobscollege	Hoogezand
SG Tabor locatie Werenfridus	Hoorn
Ichthus College	Kampen
Piter Jelles Gymnasium	Leeuwarden
Zuyderzee College	Lemma
Fioretticollege	Lisse
Stella Maris College	Meerssen
CS Walcheren	Middelburg
CSW Van de Perre	Middelburg
ISW HAVO/VWO	Naaldwijk
Herbert Vissers College	Nieuw Vennepe
Oosterlicht College	Nieuwegein
Canisius College	Nijmegen
Kandinsky College	Nijmegen
SG Groenewoud	Nijmegen
Twents Carmel College	Oldenzaal
Zwin College	Oostburg
Stellingwerf College	Oosterwolde
Bouwens van der Boijecollege	Panningen
Farelcollege	Ridderkerk
Gemini College	Ridderkerk
CSG Schagen	Schagen
Almendecollege, locatie Isala	Silvolde
CSG Bogerman	Sneek
RSG Magister Alvinus	Sneek
Griotland College	Soest
RSG Tompmeester	Steenwijk
Zeldenrust-Steelantcollege	Terneuzen
Beatrix College	Tilburg
Willem 2 College	Tilburg
St. Bonifatius College	Utrecht
Leidsche Rijn College	Utrecht
Utrechts Stedelijk Gymnasium	Utrecht
Rembrandt College	Veenendaal
Gymnasium Felisenum	Velsen
RSG Pantarijn	Wageningen
Het Hogeland College	Warffum
Isendoorncollege	Warnsveld
Phillips van Horne	
Scholengemeenschap	Weert
Vechtstede College	Weesp
De Driemark	Winterswijk
St. Michaëlcollege	Zaandam
KSG de Breul	Zeist
Baudartius College	Zutphen

Testscholen (geen ontwikkelschool) (53)

Chr. College Schaersvoorde	Aalten
Oostvaarders College	Almere
Corderius College	Amersfoort
Keizer Karel College	Amstelveen
Edison College	Apeldoorn
SG Jacobus Fruytier	Apeldoorn
Dr. Nassau College	Assen
Pius X College	Bladel

CSG Lauwers College
 Koningin Wilhelmina College
 Maerlant Lyceum
 Dockinga College
 Insula College
 Bonhoeffer College,
 locatie Van der Waalslaan
 SG Sophianum
 Vechtdal College
 Chr. College Nassau Veluwe
 College Hageveld
 Bornegocollege
 Bernardinuscollege
 Grotius College
 SG Helinium
 RSG Wolfsbos
 Atlascollege,
 locatie Copernicus SG
 Atlascollege,
 locatie OSG West-Friesland
 College De Heemlanden
 Andreas College,
 locatie Pieter Groen
 Laar en Berg
 SG Lelystad
 CSW Middelburg
 SSG Nehalennia
 RSG Goeree-Overflakkee
 Stedelijke SG Nijmegen
 Zwin College
 Stellingwerfcollege
 BC Schöndeln
 Gereformeerde SG Randstad
 Montessori Lyceum
 Gertrudis College
 OSG Schravenlant
 Willem de Zwijger College
 Trevianum Scholengroep
 Valuas College
 Raayland College
 Het College Vos
 Openbaar Zeister Lyceum
 Alfrinkcollege
 Greijdanus College
 Gymnasium Celeanum

Buitenpost
 Culemborg
 Den Haag
 Dokkum
 Dordrecht

 Enschede
 Gulpen
 Hardenberg
 Harderwijk
 Heemstede
 Heerenveen
 Heerlen
 Heerlen
 Hellevoetsluis
 Hoogeveen

 Hoorn

 Hoorn
 Houten

 Katwijk
 Laren
 Lelystad
 Middelburg
 Middelburg
 Middelharnis
 Nijmegen
 Oostburg
 Oosterwolde
 Roermond
 Rotterdam
 Rotterdam
 Roosendaal
 Schiedam
 Schoonhoven
 Sittard
 Venlo
 Venray
 Vlaardingen
 Zeist
 Zoetermeer
 Zwolle
 Zwolle

Universiteiten (10)
 Universiteit van Amsterdam
 Vrije Universiteit
 TU Delft
 TU Eindhoven
 Universiteit Twente
 Rijksuniversiteit Groningen
 Radboud Universiteit
 Universiteit Utrecht

Amsterdam
 Amsterdam
 Delft
 Eindhoven
 Enschede
 Groningen
 Nijmegen
 Utrecht

Wageningen UR
 University of Cambridge;
 Trinity College

Wageningen
 Cambridge, UK

Hogescholen (12)

Hogeschool van Amsterdam	Amsterdam
Hogeschool HAS	Den Bosch
De Haagse Hogeschool	Den Haag
Christelijke Agrarische Hogeschool	Dronten
Fontys Hogeschool	Eindhoven
Paramedische Hogeschool	Eindhoven
Saxion	Enschede
Hanzehogeschool	Groningen
InHolland	Haarlem
Hogeschool Van Hall Larenstein	Leeuwarden
Hogeschool Rotterdam	Rotterdam
Hogeschool Zeeland	Vlissingen

Andere instellingen (22)

o.a. samenwerkingsverbanden, (onderzoeks)instituten en bedrijven

Waterschap Regge en Dinkel	Almelo
Meander Medisch Centrum	Amersfoort
ESERO	Amsterdam
OnderwijsOntwikkeling	Borne
Koninklijk Nederlands Meteorologisch Instituut	De Bilt
TNO Bouw en Ondergrond; afd. Urbane Leefomgeving	Delft
TechnoTalent Groep	Den Haag
Divisie Herkauwers van de Gezondheidsdienst voor Dieren	Deventer
Eindhoven School of Education	Eindhoven
In Profiel Tekstontwerp	Eindhoven
Universitair Medisch Centrum Wetsus	Groningen
FOM-Instituut voor Plasmafysica Rijnhuizen	Leeuwarden
Universitair Medisch Centrum Radboud	Nieuwegein
Shell International Exploration & Production	Nijmegen
Junior College Utrecht	Rijswijk
B-Basic onderzoeksprogramma	Utrecht
De Nederlandse Hartstichting	Den Haag
Nederlands Forensisch Instituut	Den Haag
Rijks Instituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM)	Bilthoven
SME Advies	Utrecht
Unilever	Rotterdam
Philips	Amsterdam

Bijlage V

Afkortingen

ANW	Algemene Natuurwetenschappen
CITO	Centraal Instituut voor Toetsontwikkeling
ECENT	Expertisecentrum voor Lerarenopleidingen Natuurwetenschap en Techniek
FOM	Stichting voor Fundamenteel Onderzoek der Materie
HBO	Hoger Beroepsonderwijs
IOBT	Stichting Innovatie van Onderwijs in Bètawetenschappen en Technologie
IP-VO	Innovatieplatform Voortgezet Onderwijs
KNAW	Koninklijke Nederlandse Academie van Wetenschappen
LCP	Landelijk Coördinatiepunt (voor NLT)
LOP	Landelijk Ontwikkelpunt (voor NLT)
NG	Natuur en Gezondheid (profiel Tweede Fase)
NLT	Natuur, Leven, Technologie
NT	Natuur en Techniek (profiel Tweede Fase)
NVON	Nederlandse Vereniging voor het Onderwijs in de Natuurwetenschappen
OCW	Onderwijs, Cultuur en Wetenschap
O&O	Onderzoek & Ontwerpen
RIVM	Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu
SLO	Nationaal Expertisecentrum Leerplanontwikkeling





