

Chemie tussen context en concept

Ontwerpen voor vernieuwing

Commissie Vernieuwing Scheikunde Havo en Vwo
In opdracht van het Ministerie van OCenW



Commissie Vernieuwing
Scheikunde Havo en Vwo

In opdracht van het
Ministerie van OCenW,
juni 2003

Auteurs:

mw. drs. H.P.W. Driessen

dr. H.A. Meinema

Eindredactie:

mw. drs. H.P.W. Driessen

drs. A.J. Mast

Verantwoording

© 2003 SLO, Stichting Leerplanontwikkeling Enschede

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand, of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnamen, of enige andere manier zonder voorafgaande toestemming van de uitgever.

Tekstadviezen:

drs. A.J. Mast, Communicatie Centrum Chemie C3

mw. drs. M.C.H. Paulides, Tekst en Taal, Taalservicebureau

Vormgeving: ERNST bos, Enschede

Druk: Febodruk BV

Besteladres

SLO, Stichting Leerplanontwikkeling

Afdeling Verkoop

Postbus 2041, 7500 CA Enschede

Telefoon: (053) 4840 305

Internet: <http://catalogus.slo.nl>

E-mail: verkoop@slo.nl

AN 4.129.8374

isbn 90 329 2124 x

Inhoudsopgave

Samenvatting	2
Inleiding	4
1 Uitgangspunten	
1.1 Functies en doelstelling van het schoolvak scheikunde	6
1.2 Hoofdbenadering	8
1.3 Relatie met basisvorming	9
1.4 Relatie met andere natuurwetenschappelijke vakken	10
1.5 Onderscheid havo en vwo	11
1.6 Studeerbaarheid	12
1.7 Examinering	13
1.8 Aansluiting vervolgonderwijs	14
1.9 Rol ICT	15
1.10 Internationale aansluiting	16
2 Hoe verder?	
2.1 Toekomstvisie	17
2.2 Waar beginnen?	17
2.3 Schets van het ontwikkelingstraject	18
2.4 Toetsing en evaluatie	21
3 Context en Concept	
3.1 Overwegingen	22
3.2 Concepten	22
3.3 Wisselwerking tussen context en concept	22
3.4 Inspiratie voor contexten	24
3.5 Ontwerpen voor vernieuwing	25
Bijlagen	
1. Samenstelling Commissie Vernieuwing Scheikunde Havo en Vwo	26
2. Conclusies en aanbevelingen Verkenningcommissie Scheikunde	27
3. Activiteiten Commissie Vernieuwing Scheikunde Havo en Vwo	28
4. Deelnemers bijeenkomsten van de commissie	29
5. Van concept tot rapport	31
6. Doelstellingen van het nieuwe scheikundeonderwijs	32
7. Terugblik op het CMLS-programma	33
8. Chemie im Kontext	34
9. 21 st Century Science	35
10. Vernieuwende projecten in Nederland	37
11. Leerlingen over chemie en scheikundeonderwijs	38
12. Schets van een ontwikkelmodel	39
13. Samenwerken aan vernieuwing van het scheikundeonderwijs	43
14. Drie voorbeelduitwerkingen	45
15. Begrippen en afkortingen	47
16. Chemie in beelden	49

Samenvatting

Noodzaak tot vernieuwing

Kennis van natuurwetenschap en techniek maakt deel uit van de culturele bagage van alle leerlingen. De kennismaatschappij van de 21^e eeuw vraagt daarbij om een innovatieve aanpak van lesgeven en leren. Het huidige scheikundeprogramma is niet meer actueel. Het geeft leerlingen geen duidelijk beeld van de betekenis van chemie voor de samenleving en het brede carrièreperspectief na een natuurwetenschappelijke opleiding.

De Commissie Vernieuwing Scheikunde Havo en Vwo (de commissie) onder voorzitterschap van prof. dr. Gerard van Koten brengt in opdracht van het Ministerie van Onderwijs, Cultuur en Wetenschappen (OCenW) advies uit over de vernieuwing van het scheikundeonderwijs in havo en vwo. De commissie adviseert om in de onderbouw én in de profielen Natuur & Gezondheid en Natuur & Techniek de nadruk te leggen op het leren begrijpen van de chemie achter producten en processen. Tevens is de commissie van mening dat het nieuwe scheikundeprogramma moet aansluiten op vragen van nu en in de toekomst. De commissie pleit voor een examenprogramma op hoofdlijnen met ruimte voor nieuwe ontwikkelingen en eigen keuzes van docent of leerling.

Contexten en concepten

De commissie stelt voor om in het nieuwe scheikundeprogramma uit te gaan van de context-en-concept-benadering. Scheikundeonderwijs uitgaande van maatschappelijke, experimentele, theoretische en beroepsgerichte contexten spreekt een brede groep leerlingen aan. De contexten fungeren als brug tussen de werkelijkheid en de scheikundige concepten die aan het vak ten grondslag liggen. De concepten vormen het kader voor de kennisopbouw in opeenvolgende leerjaren. Het verschil tussen havo en vwo wordt bepaald door de aard van de gekozen contexten en de diepte van het conceptbegrip. Het nieuwe scheikundeonderwijs moet zich richten op het verwerven van inzicht in de wisselwerking tussen contexten en concepten. Dit sluit aan op recente internationale ontwikkelingen, onder andere in Duitsland en Groot-Brittannië.

Scheikunde neemt het voortouw

Chemie in de context-en-conceptbenadering draagt bij aan het versterken van samenhang tussen bètavakken. Interdisciplinaire vraagstukken en actuele contexten kunnen vanuit deze benadering hun weg naar het onderwijs blijven vinden. De wijze van examinering moet daarop afgestemd worden. De commissie stelt voor om in het centrale examen de nadruk te leggen op het toetsen van kennis van en inzicht in concepten. Het schoolexamen gaat in op de wisselwerking tussen contexten en concepten en experimentele vaardigheden. Het schoolexamen biedt ruimte voor vernieuwing van toetsvormen. Voor de kwaliteitsborging van de schoolexamens moeten instrumenten worden ontwikkeld. De commissie denkt hierbij bijvoorbeeld aan de inzet van gecommiteerden of aan collegiale consultatie. De huidige veranderingen in het w.o. en hbo bieden kansen voor een betere afstemming tussen voortgezet onderwijs en vervolgonderwijs.

Ontwikkeling en invoering

De commissie meent dat er sprake moet zijn van een doorlopende leerlijn in het hele voortgezet onderwijs. Daarom is het nodig om aan te sluiten bij de vernieuwing van de basisvorming. Het ontwikkelproces begint met het opstellen van een eerste werkversie van een experimenteel examenprogramma. Daartoe adviseert de commissie het instellen van een Stuurgroep Nieuwe Scheikunde door OCenW.

De commissie stelt voor om te beginnen met het ontwikkelen van het nieuwe programma voor het derde leerjaar. Bestaand vernieuwend lesmateriaal uit binnen- en buitenland en nieuwe initiatieven vormen de basis voor de ontwikkeling van lesmodulen. Deze kunnen vervolgens worden samengevoegd tot programma's voor opeenvolgende leerjaren. Het aanpassen, testen en evalueren vindt plaats in kleinschalige docentennetwerken met ondersteuning van deskundigen. Bij de ontwikkeling van een nieuw programma krijgt havo voorrang op vwo.

Het hele proces kan voor havo in vijf jaar en voor vwo in zes jaar worden afgerond. ICT als middel tot innovatie van leeromgevingen moet bijdragen aan het versnellen en verbreden van het ontwikkel- en implementatieproces. Ook docentenopleidingen moeten de context-en-conceptbenadering in hun onderwijs integreren. Het geheel dient te worden aangestuurd door een stuurgroep en gecoördineerd door een projectgroep. Het is essentieel voor het proces van ontwikkeling en implementatie dat zowel vanuit de publieke als vanuit de private sector financiële facilitering wordt gemobiliseerd.

Ontwerpen voor vernieuwing

Ruimte voor toekomstige vernieuwing is een belangrijk uitgangspunt van het nieuwe programma. De context-en-conceptbenadering geeft docenten en leerlingen ruimte voor eigen keuzes van actuele contexten. Het examenprogramma op hoofdlijnen geeft scholen ruimte voor eigen keuzes over de aansluiting op de vernieuwde basisvorming en de invulling van het programma in de derde klas. Ook vormt het een kader voor aansluiting op toekomstige vernieuwingen binnen andere bètavakken. Het nieuwe programma biedt docenten en leerlingen ruimte tot verbreding en verdieping.

Het enthousiasme van de docent is de motor voor het vernieuwingsproces. Nieuwe uitdagingen in wetenschap en samenleving vormen de brandstof. Binnen deze dynamiek is de 'chemie' tussen context en concept de leidraad bij het ontwerpen van nieuw scheikundeonderwijs dat in staat is in te blijven spelen op toekomstige ontwikkelingen.

Inleiding

Het scheikundeonderwijs in de Tweede Fase van havo en vwo is toe aan een grondige herziening. Leerlingen die het voortgezet onderwijs verlaten hebben geen duidelijk beeld van de betekenis van chemie voor de samenleving. Hun belangstelling voor beroepen in de chemische en natuurwetenschappelijke sector is gering en loopt nog verder terug. En dat terwijl de invloed van natuurwetenschappen en techniek op de huidige maatschappij alleen maar toeneemt en onze kenniseconomie daarvan afhankelijk is.

Tussen 1968 en 1984 is na een ontwikkelproces van ruim vijftien jaar het scheikundeonderwijs volledig herzien. In 1985 schreef het Ministerie van Onderwijs, Cultuur en Wetenschappen (OCenW) het examenprogramma van de Commissie Modernisering Leerplan Scheikunde (CMLS) voor alle scholen voor. Sinds 1985 is dit examenprogramma enkele malen aangepast, de laatste keer bij de invoering van de Tweede Fase in 1998. De inhoud is sinds 1985 nimmer in zijn geheel geëvalueerd en aan de eisen van de huidige tijd aangepast. Dit heeft tot gevolg dat elk jaar de kloof tussen het schoolvak en de rol van chemie in de samenleving, wetenschap en bedrijf groter is geworden.

In februari 2002 gaf OCenW aan de Verkenning-commissie Scheikunde opdracht om de problematiek rond het schoolvak scheikunde in kaart te brengen. De probleemanalyse, conclusies en aanbevelingen zijn vastgelegd in de publicatie "Bouwen aan Scheikunde" (SLO, juni 2002) die op 18 juni 2002 aan OCenW is aangeboden.

In oktober 2002 is de Commissie Vernieuwing Scheikunde Havo en Vwo (de commissie) onder voorzitterschap van prof. dr. Gerard van Koten ingesteld door de minister van OCenW. De commissie aanvaardde de opdracht om uiterlijk 1 juni 2003 een advies uit te brengen over de hoofdlijnen van de gewenste aard en inhoud van het vak scheikunde in de Tweede Fase van zowel havo als vwo.

De commissie moest in dit advies in elk geval aandacht besteden aan:

- de functies en doelstelling van het schoolvak scheikunde;
- de hoofdbenadering en hoofdonderwerpen (concepten) van het vak;

- de relatie met andere vakken, waaronder in elk geval wiskunde, natuurkunde, biologie en algemene natuurwetenschappen;
- de relatie met de basisvorming met specifieke aandacht voor de overgang van het derde leerjaar naar de Tweede Fase;
- het onderscheid tussen vwo en havo;
- een indicatie van het te bereiken niveau en de studeerbaarheid;
- de examinering (inhoud en vorm).

De commissie (zie bijlage 1) is zo samengesteld dat expertise op het gebied van chemie en/of chemieonderwijs evenwichtig aanwezig is. De conclusies en aanbevelingen van de hiervoor genoemde Verkenningcommissie Scheikunde (zie bijlage 2) zijn door de commissie als uitgangspunt genomen.

In dit rapport staat het advies aan OCenW over de vernieuwing van het scheikundeonderwijs. Het kwam tot stand in interactie met een groot aantal docenten en andere bij het scheikundeonderwijs betrokken groeperingen en personen. In bijlage 3 staat een overzicht van de activiteiten van de commissie, in bijlage 4 een overzicht van de deelnemers daaraan. In bijlage 5 kunt u lezen hoe dit rapport tot stand is gekomen.

In hoofdstuk 1 beschrijft de commissie de uitgangspunten van het nieuwe schoolvak scheikunde en de relatie hiervan tot de andere natuurwetenschappelijke vakken, basisvorming en vervolgonderwijs.

Hoofdstuk 2 geeft de visie van de commissie weer over de wijze waarop het nieuwe scheikundeprogramma kan worden ontwikkeld en ingevoerd.

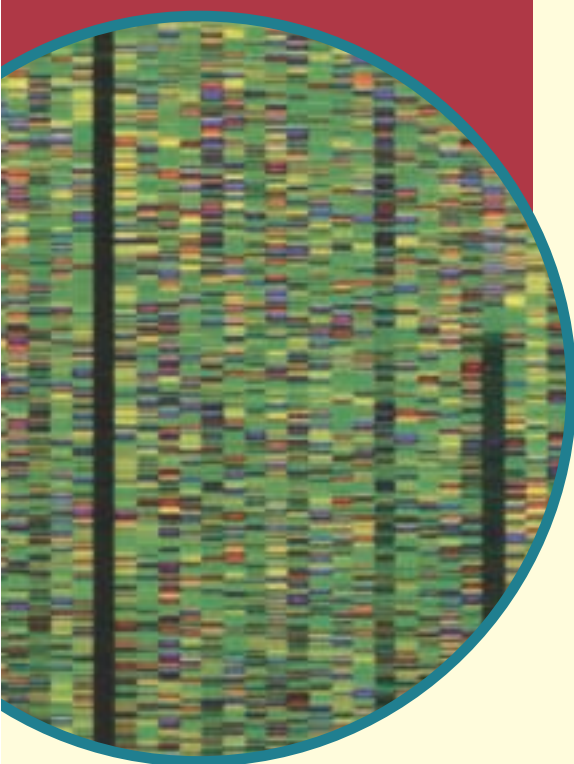
In hoofdstuk 3 vindt u een toelichting op de gekozen context-en-conceptbenadering en een aanzet tot ordening van concepten en begrippen in de scheikunde. In de bijlagen staan belangrijke zaken van het proces van het afgelopen jaar en worden belangrijke aspecten van het advies aan OCenW nader toegelicht.

De commissie spreekt de wens uit dat dit rapport als katalysator en inspiratiebron gaat werken voor de sleutelpersonen in het scheikundeonderwijs: de docenten, technisch onderwijsassistenten en leerlingen. Dit om het onderwijs in het schoolvak scheikunde te kunnen vernieuwen in samenhang met de andere natuurwetenschappelijke vakken.

1. Uitgangspunten

De hoofdfunctie van schoolscheikunde is het overdragen van natuurwetenschappelijke kennis en cultuur.

Schoolscheikunde moet alle leerlingen een goed beeld van de betekenis van chemie voor de samenleving geven.



DNA als beeld voor de identiteit van chemie

1.1 Functies en doelstelling van het schoolvak scheikunde

Inleiding

De moderne maatschappij is doordrenkt van natuurwetenschap en techniek. Om als lid van de samenleving goed te kunnen functioneren is het noodzakelijk dat kennis van natuurwetenschap en techniek deel uitmaakt van de brede culturele bagage. Dat leidt tot een beter inzicht in de grote mogelijkheden van de natuurwetenschappen en techniek, maar ook in de beperkingen en eventuele schadelijke invloeden van het menselijk handelen. Bij het verwerven van dit inzicht speelt scheikunde een onmisbare rol.

Scheikunde is één van de natuurwetenschappelijke vakken op school. Het is wel te onderscheiden maar niet te scheiden van de schoolvakken biologie en natuurkunde. Onderwijs in de concepten van elk van deze vakken én in hun onderlinge samenhang leidt tot brede natuurwetenschappelijk kennis waarvan het geheel meer is dan de delen. Ook wiskunde, techniek en algemene natuurwetenschappen (anw) leveren daaraan een bijdrage.

Functies

Het voortgezet onderwijs heeft als functie het overdragen van kennis en cultuur. Dit is van belang voor de vorming van jonge mensen tot volwassen, mondig en actief participerende leden van de samenleving. De schoolvakken zijn daartoe geen doel maar een middel, een soort gereedschap. Scheikunde is een van de gereedschappen voor kennis- en cultuuroverdracht.

De belangrijkste functie van het schoolvak scheikunde is het leren doorgronden van de wereld van producten en chemische processen door:

- zelf waar te nemen;
- conclusies te trekken;
- te oordelen.

Het zelf experimenteel onderzoek doen speelt hierbij een essentiële rol. Aan de hand van eigen observaties en waarnemingen leren leerlingen conclusies trekken en oordelen over stoffen en producten, reacties en levensprocessen. Ook leren ze risico's in te schatten en een gefundeerd oordeel te vormen over toepassingen en maatschappelijke effecten van de scheikunde.

Tevens heeft het scheikundeonderwijs de functie de leerling te leren:

- verbanden te leggen tussen de eigen waarneming en de gangbare theoretische verklaring daarvoor;
- te abstraheren van de waargenomen fenomenen;
- abstract en analytisch te denken;
- om te gaan met modellen als representatie van de werkelijkheid.

Doelstelling

Voor meer dan de helft van de havo- en vwo-leerlingen eindigt het scheikundeonderwijs na de derde klas. Daarom is het van groot belang dat alle leerlingen al in de basisvorming en derde klas van het voortgezet onderwijs op een gedegen wijze kennismaken met de rol van scheikunde in de wereld van natuurwetenschap en techniek. Het verwerven van inzicht in de chemie van levensprocessen en de chemie achter producten uit de chemische en farmaceutische industrie en voedingsmiddelenindustrie is voor alle leerlingen van eminent belang. Ook leerlingen die na de derde klas kiezen voor een pro-

fiel zonder scheikunde moeten zich een juist beeld vormen van de betekenis van chemie voor de samenleving.

Voor de leerlingen in de profielen Natuur & Gezondheid en Natuur & Techniek in de Tweede Fase van havo en vwo bouwt het scheikundeonderwijs hierop voort door:

- verbreding en verdieping van kennis van natuurwetenschap en techniek en de functie van scheikunde voor de hedendaagse maatschappij; verkrijgen van inzicht in de wisselwerking tussen onderzoek in en toepassing van natuurwetenschappen en techniek;
- voorbereiding op een opleiding en/of een beroep waartoe de N-profielen toegang geven; verkenning van de werkwijze en carrières van natuurwetenschappers en met name chemici in wetenschappelijk onderwijs, onderzoeksinstellingen en industrie.

Aan beide aspecten moet in het scheikundeonderwijs recht worden gedaan, met nadruk op het eerste. In bijlage 6 staan deze doelstellingen nader uitgewerkt. Ter vergelijking geeft bijlage 7 een korte terugblik op de uitgangspunten en doelstellingen van het CMLS-programma uit 1968.

Basis van het nieuwe programma

Het huidige scheikundeprogramma poogt een overzicht te geven van het gehele vakgebied. Dat is vooral gestoeld op chemische feitenkennis uit het einde van de negentiende en de eerste helft van de twintigste eeuw.

Het nieuwe scheikundeprogramma moet staan op de schouders van de kennis uit het verleden. Echter, de inspiratie die uitgaat van de belangrijke en nieuwe uitdagingen van het vakgebied in de 21^e eeuw zal in het scheikundeonderwijs moeten doorklinken. Wetenschap en de toepassing ervan is nooit af en voortdurend in ontwikkeling. Daarom zal ook het scheikundeonderwijs zich voortdurend moeten ontwikkelen, zich richtend op deze uitdagingen en de vragen uit de maatschappij. Deze ontwikkeling vindt in toenemende mate plaats in interactie met de ontwikkelingen in de natuurkunde, biologie, geologie, wiskunde, ICT en maatschappijwetenschappen. Het nieuwe scheikundeprogramma moet hierop inspelen.

De commissie adviseert het nieuwe programma te baseren op de volgende uitgangspunten:

- a. Jonge mensen nemen de wereld waar als een feit, ze denken voorwaarts in ruimte en tijd. Verwondering en uitdaging zijn de motor en brandstof voor het leerproces. De inhoud van het scheikundeonderwijs is op de toekomst gericht.
- b. Voor een deel van de leerlingen is het scheikundeonderwijs in de Tweede Fase het eindpunt van een doorlopende leerlijn vanaf het basisonderwijs. Voor een ander deel van de leerlingen krijgt deze leerlijn een voortzetting in het vervolgonderwijs, waarbij een soepele overgang van havo of vwo naar hbo of w.o. dient te zijn gewaarborgd.
- c. Het scheikundeonderwijs biedt leerling en docent ruimte tot verbreding en verdieping. Dit vindt plaats in interactie met de andere natuurwetenschappelijke vakken.
- d. Het scheikundeonderwijs biedt leerling en docent mogelijkheden tot differentiatie: een brede opleiding voor velen en uitdagingen aan talenten.
- e. Het scheikundeonderwijs geeft leerlingen inzicht in het toekomstperspectief na een opleiding die voorbereidt op een carrière in wetenschap of bedrijf.

Voortdurende vernieuwing is een integraal onderdeel van het nieuwe programma. Vernieuwing van het scheikundeonderwijs zal dus niet meer sprongsgewijs plaatsvinden zoals tot nu het geval is geweest.

Huidige en toekomstige uitdagingen in de chemie en vragen uit de maatschappij vormen de basis van het nieuwe programma.

Het nieuwe programma moet zich kunnen blijven vernieuwen.

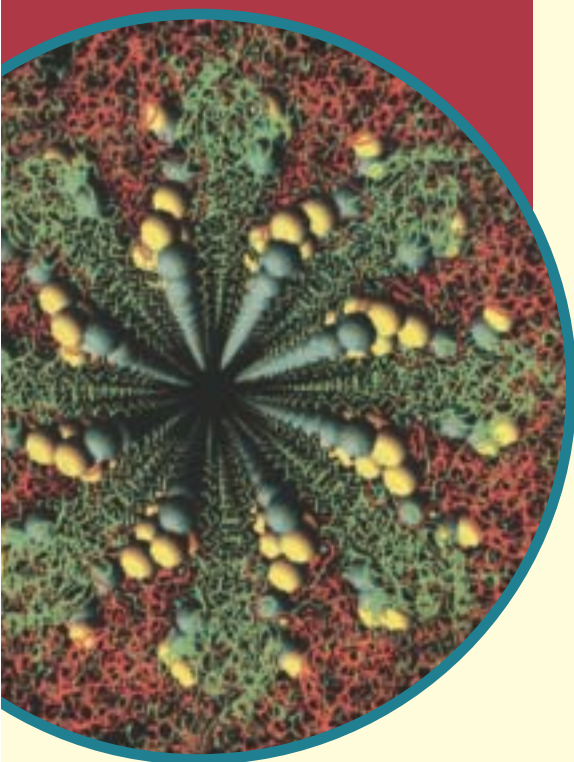


Traditioneel beeld van chemie

Als hoofdbenadering kiest de commissie de context- en-conceptbenadering.

De context- en-conceptbenadering is de doorlopende leerlijn in het hele voortgezet onderwijs.

Concepten vormen de grondslag van het scheikundeonderwijs op elk niveau.



Concepten als leidraad voor verdieping en inzicht

1.2 Hoofdbenadering

Waarom een nieuwe hoofdbenadering?

Het tot nu toe gehanteerde programma van het scheikundeonderwijs richt zich primair op het verwerven van een grondige kennis van vakbegrippen en op het exact en analytisch denken. Maatschappelijke toepassingen en experimenten komen pas aan de orde als de theoretische basis is behandeld. De Verkenningcommissie Scheikunde stelde vast dat deze werkwijze leerlingen niet meer aanspreekt. In een boeiend en uitdagend programma moeten nieuwsgierigheid en het leren begrijpen van de chemie achter producten en processen in de maatschappij een belangrijke rol spelen. De kennismaatschappij van de 21^e eeuw vraagt om een innovatieve aanpak van lesgeven en leren. Scheikundeonderwijs vanuit maatschappelijke, beroepsgerichte, experimentele én theoretische contexten zal een brede groep leerlingen aanspreken.

Concepten en contexten

De commissie adviseert als hoofdbenadering van het vernieuwde scheikundeonderwijs te kiezen voor een context- en-conceptbenadering.

Maatschappelijke, experimentele, theoretische en beroepsgerichte contexten geven daarbij de aanzet tot het leren denken in concepten. Een concept is een idee of beeld met een algemeen karakter dat is ontleend aan specifieke gebeurtenissen. Bij de context- en-conceptbenadering fungeren de contexten als brug van de werkelijkheid naar de concepten. De concepten vormen het kader voor de kennisopbouw. Denken op het niveau van concepten is een noodzakelijke voorwaarde voor het verwerven van inzicht in de scheikunde en is voor leerlingen tevens een middel om de werkelijkheid te leren hantieren. Concepten worden geconsolideerd door terugkoppeling naar andere contexten.

Doorlopende leerlijn

De concepten van de scheikunde vormen de grondslag van het vak en dus ook van het scheikundeonderwijs op elk niveau. Het onderscheid tussen basisvorming, derde klas, Tweede Fase van havo of vwo en hbo of w.o. ligt in de diepgang of complexiteit van de contexten en de uitwerking daarvan in concepten. Ook in het abstractieniveau van de modelvorming is sprake van leerontwikkeling. Uitgaande van relevante en aansprekende contexten die bij de ontwikkeling van de leerling aansluiten kan in opeenvolgende leerjaren worden gebouwd aan verdieping van het conceptbegrip. Tevens vormen contexten een belangrijk instrument voor het verwerven van voortschrijdend inzicht in het maatschappelijk belang van chemische kennis.

Het nieuwe scheikundeonderwijs moet zo worden ontworpen dat een doorlopende leerlijn mogelijk is. Deze begint in het basisonderwijs en loopt via basisvorming en de derde klas naar anw in de profielen C&M en E&M. In de profielen N&G en N&T wordt de leerlijn voortgezet in de profielvakken en bij anw om uit te monden in het vervolgonderwijs. De context- en-conceptbenadering vormt de rode draad in deze doorlopende leerlijn. Daarbij is het van belang dat al in de derde klas, maar nog meer in de latere leerjaren, de leerlingen structureel ruimte krijgen om zelf contexten aan te dragen. Natuurwetenschappelijke contexten zijn in wezen interdisciplinair. Contexten vormen niet alleen het uitgangspunt voor verdieping in de chemie, ze dagen ook uit tot interactie met andere vakken.

1.3 Relatie met basisvorming

Vernieuwing basisvorming

In de huidige basisvorming ligt bij het geïntegreerde vak natuur- en scheikunde het zwaartepunt op de natuurkundige vorming. Bij de kennismaking met het vakgebied scheikunde ontbreekt het aan uitdagende en inspirerende contexten. Van een doorlopende leerlijn vanaf het basisonderwijs via basisvorming en derde klas naar de Tweede Fase komt weinig terecht.

In 2003 bracht de Taakgroep Vernieuwing Basisvorming, onder voorzitterschap van de heer H. Meijerink, het werkdocument "Basisvorming: Keuzes aan de scholen" uit. Natuur- en scheikunde maken daarin, net als biologie, verzorging en techniek, deel uit van het leergebied "mens en natuur". In het werkdocument worden kerndoelen geformuleerd voor dit brede leergebied. De school bepaalt in welke ordening het onderwijs uiteindelijk aan de leerlingen wordt aangeboden: in afzonderlijke vakken, in één of twee vakkenclusters, of in een combinatie van schoolvakken en projecten. In de zomer van 2004 zal de Taakgroep rapporteren aan de minister en haar advies uitbrengen. Naast formuleringen van kerndoelen voor de leergebieden wordt ook een voorstel gedaan voor verschillende varianten voor het leergebied "mens en natuur" (science). De kerndoelen worden geformuleerd voor het kerndeel (circa tweederde) van de leertijd van de eerste twee leerjaren. De overige tijd in de eerste twee leerjaren en het derde leerjaar havo/vwo, hoort tot het differentieel deel waarvan de scholen in belangrijke mate zelf de invulling bepalen.

Het derde leerjaar

Er zijn nog vragen te stellen en te beantwoorden over de positie van het derde leerjaar tussen basisvorming en Tweede Fase. Daarbij gaat het om:

- de functie van de basisvorming;
- de functie van de Tweede Fase havo en vwo;
- de verschillende keuzes die scholen zouden kunnen maken over de positie van de derde klas;
- de gevolgen van deze keuzes voor het aan te bieden programma;
- de positie van scheikunde in de programma's;
- de zorg voor doorlopende leerlijnen.

De Taakgroep Vernieuwing Basisvorming gaat voor de inrichting van het derde leerjaar havo/vwo handreikingen ontwikkelen, die binnen de afgesproken bandbreedte van de autonomievergroting van scholen blijven en die gericht zijn op doorlopende leerlijnen voor leerlingen. Het nieuwe scheikundeprogramma moet op deze ontwikkeling aansluiten. Dit biedt kansen voor vernieuwing van het scheikundeprogramma vanaf de derde klas én voor invoering van een context-en-conceptbenadering in onder- én bovenbouw. Bovendien kan al in de onderbouw het programma beter afgestemd worden op de specifieke mogelijkheden van havo- en vwo-leerlingen.

Het nieuwe scheikundeprogramma moet aansluiten op de vernieuwing in de basisvorming.

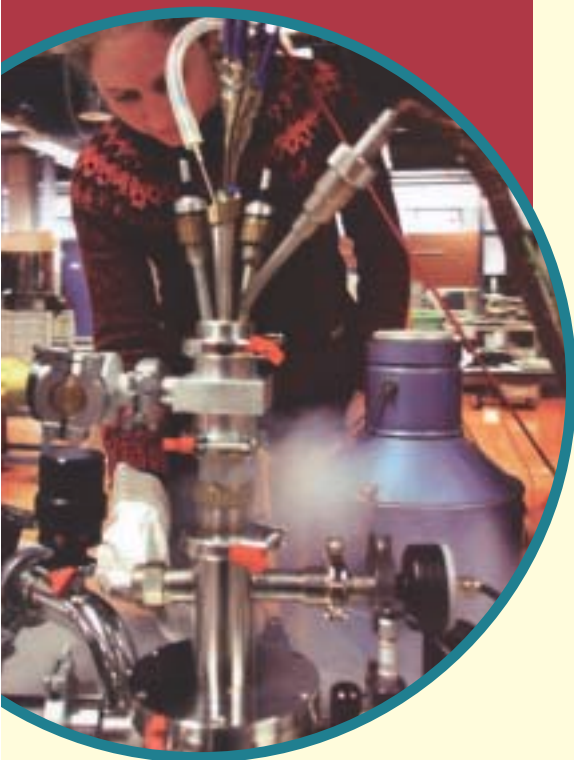
Scholen bepalen zelf een deel van de basisvorming en het programma van het derde leerjaar.



De school geeft basisvorming en derde klas een eigen gezicht

Scheikunde neemt het voortouw bij vernieuwing van het natuurwetenschappelijk onderwijs.

Chemie in context versterkt de samenhang tussen bètavakken.



Experimenteel onderzoek gaat voorbij grenzen van monovakken

1.4 Relatie met andere natuurwetenschappelijke vakken

Scheikunde neemt het voortouw

De problematiek in het rapport "Bouwen aan scheikunde" geldt niet alleen voor scheikunde maar ook voor de andere bètavakken en hun onderlinge samenhang. Bij de vernieuwing van het gehele natuurwetenschappelijk onderwijs kan scheikunde het voortouw nemen, maar is het noodzakelijk dat de andere bètavakken op korte termijn volgen.

Om voldoende leerlingen te motiveren voor een bètaprofiel en te behouden voor een vervolgopleiding in een natuurwetenschappelijke richting zullen inhoud en didactische werkvormen van elk vak afzonderlijk en in onderlinge samenhang moeten vernieuwen.

Om dit effectief aan te pakken moet vanuit elk van de afzonderlijke bètavakken de onderlinge samenhang tussen de vakken met meer kracht worden uitgedragen. Daartoe is meer samenwerking tussen de docenten binnen de eigen school een belangrijke voorwaarde. Daarnaast moeten de examenprogramma's structureel op elkaar afgestemd worden.

Samenhang

Chemie in context zal een belangrijke functie kunnen vervullen bij het versterken van de samenhang tussen de bètavakken. Ontwikkelingen aan de grenzen van scheikunde met andere vakken zoals natuurkunde, biologie, aardrijkskunde, wiskunde en algemene natuurwetenschappen kunnen in de context-en-conceptbenadering van het nieuwe scheikundeonderwijs, beter dan nu, voor de leerling zichtbaar en toegankelijk worden gemaakt.

Interdisciplinaire vraagstukken rond geologie, economie, gezondheid, voeding, milieu, duurzame ontwikkeling, bio- en nanotechnologie, die nu vaak alleen bij algemene natuurwetenschappen aan bod komen, leveren contexten die een appèl doen op een brede natuurwetenschappelijke kennisbasis van de leerling. Theoretische contexten bieden volop kansen voor monodisciplinaire verdieping. Daarbij is het van belang dat docenten de snelle ontwikkelingen in de huidige natuurwetenschappelijke beroepspraktijk volgen en hun natuurwetenschappelijke kennis op peil houden. Hierdoor kunnen actuele contexten en praktijken als inspiratiebronnen hun weg naar het onderwijs blijven vinden.

1.5 Onderscheid havo en vwo

Havo voorrang op vwo

Het huidige examenprogramma voor vwo verschilt zowel in diepte als in omvang van het havo-programma. De overladenheid van het scheikundeprogramma van het havo bleek na de invoering van de Tweede Fase zo groot dat met ingang van 2002 niet minder dan 25% van de toen voorgeschreven havo-eindtermen is geschrapt. Het nieuwe havo-programma mag geen afgeleide meer zijn van het vwo-programma, maar dient gelijktijdig met, of liever nog voorafgaand aan, het vwo programma ontwikkeld te worden. In beide programma's is streven naar een overzicht van het gehele vakgebied niet wenselijk en gezien de stormachtige ontwikkelingen in de tweede helft van de vorige eeuw ook niet meer mogelijk. Net als in het vervolgonderwijs zal men ook in het voortgezet onderwijs keuzes moeten maken. De context- en conceptbenadering vormt daartoe de leidraad.

De commissie is van mening dat de scheikundeprogramma's voor havo en vwo gebaseerd dienen te zijn op dezelfde concepten. Het verschil tussen havo- en vwo-onderwijs komt tot uitdrukking in de diepte waarop men de concepten uitwerkt en de aard van de contexten die daarbij worden gekozen. Ook de balans tussen de aandacht voor contexten en concepten verschilt. Zowel havo- als vwo-leerlingen hebben baat bij contexten die hen aanspreken op hun kwaliteiten. Naast experimentele contexten voor beide groepen zullen de contexten voor havo meer maatschappelijk en toepassingsgericht zijn en voor vwo daarnaast ook nog meer theoretisch van aard, met name in de laatste twee leerjaren.

Differentiatie

Als basis voor de programma's dient eerst de leerontwikkeling in concepten vanaf de basisvorming te worden uitgewerkt. Bij deze uitwerking moet al in het programma voor de derde klas differentiatie tussen het havo- en het vwo-programma worden aangebracht. Daarbij moet men ook rekening houden met de brede ontwikkeling naar een grotere autonomie voor scholen en met verschillende scenario's in schoolontwikkeling. Aan de hand van experimenten moet dit verschil tussen havo en vwo in meerdere varianten nader worden uitgewerkt aansluitend bij de verschillende scenario's voor de vernieuwde basisvorming.

Ontwikkeling van het nieuwe havo-programma krijgt voorrang op het vwo-programma.

Havo en vwo gaan uit van dezelfde concepten.

Havo en vwo verschillen in de uitwerking van concepten en de daarvoor gekozen contexten.

Het nieuwe programma voor de derde klas moet differentiëren tussen havo en vwo.



Havo of vwo? Verschil in diepte van concepten

Het aantal studielasturen is leidraad bij het opstellen van de leerlijn in concepten.

Het nieuwe scheikunde-programma maakt ruimte voor verbreding en verdieping.



Leerlingen maken voortdurend keuzes

1.6 Studeerbaarheid

Keuzes maken

Bij het opstellen van een examenprogramma op hoofdlijnen bestaande uit concepten en begrippen is het noodzakelijk uit te gaan van de beschikbare studielasturen voor scheikunde in de Tweede Fase. Dit dwingt tot keuzes. Naast verbreding moet er ook ruimte worden gemaakt voor verdieping. De commissie adviseert daarom het aantal te behandelen concepten en begrippen in het examenprogramma te beperken en af te zien van gedetailleerde landelijke voorschriften. Tevens moet het examenprogramma geen contexten voorschrijven, maar deze als suggestie opnemen. Dit is een trendbreuk als we kijken naar de ontwikkeling tot het huidige overzichtscurriculum in de jaren 1968–1985 en de daaropvolgende aanpassingen onder andere bij de invoering van de Tweede Fase.

Het vernieuwde scheikundeonderwijs moet zich niet meer richten op het bieden van een compleet overzicht van de scheikunde, maar op het verwerven van inzicht in de wisselwerking tussen contexten en concepten. Dit is in lijn met het wezen van de natuurwetenschappen: het denken in modellen als hulpmiddel voor het begrijpen, voorspellen en omgaan met verschijnselen in de werkelijkheid.

Inspelen op herstructurering

In de loop van 2002 en 2003 deed OCenW voorstellen voor de herstructurering van de Tweede Fase, de samenstelling van de profielen en de omvang van de profielvakken in de nota's "Continuïteit en vernieuwing" en "Ruimte laten en keuzes bieden in de Tweede Fase havo en vwo". Als herstructurering leidt tot aanpassingen van de huidige examenprogramma's moeten deze coherent zijn met de hoofdbenadering en hoofdonderwerpen van het nieuwe scheikundeprogramma.

1.7 Examinering

Examenprogramma met ruimte

Het huidige examenprogramma is bijzonder dwingend voor de inrichting van de scheikundelessen, niet minder dan 202 gedetailleerd beschreven eindtermen bij vwo en 111 eindtermen bij havo. De Verkenningcommissie Scheikunde constateerde dat het door docenten en leerlingen als een keurslijf wordt ervaren. Hoewel het eindcijfer voor 50% door het centraal examen (CE) wordt bepaald en voor 50% door het schoolexamen (SE) speelt het CE ook een dominante rol in de voorbereiding van het SE.

De commissie pleit voor een examenprogramma met ruimte: voor docenten én voor leerlingen. De wijze van examinering moet daarop afgestemd worden. In lijn met haar voorstel tot vernieuwing van het scheikundeprogramma adviseert de commissie in het CE de nadruk te leggen op het examineren van concepten. Dat vergt in het CE een ander type vraagstukken dan tot nu toe gebruikelijk is. Daarbij dient ook meer gebruik gemaakt te worden van ICT-modellen en digitale informatieverwerking. Het verdient aanbeveling meer malen per jaar centrale examens aan te bieden. Bepaalde onderdelen kunnen ook eerder dan aan het einde van de havo of vwo worden afgesloten. Daardoor ontstaat in het laatste leerjaar meer ruimte voor interdisciplinaire contexten en aansluiting op het wetenschappelijk onderwijs.

Examinering vernieuwen

De wisselwerking tussen contexten en concepten, toepassingen, het inzicht in actuele contexten en de beheersing van experimentele onderzoeks- en ontwerpvaardigheden dienen te worden getoetst in het schoolexamen (SE). Daardoor is ook vernieuwing mogelijk in de wijze van examinering onder andere met open-boek-toetsen, groepstoetsen, praktijktoetsen of andere toetsvormen, die zijn afgestemd op de functie en doelen van het nieuwe scheikundeonderwijs.

De wegingsfactor tussen het CE en het SE moet nader worden bezien. Te denken valt aan 30% CE en 70% SE. In het SE zal de nadruk moeten liggen op het toetsen van de ontwikkeling in algemene, experimentele en vakspecifieke vaardigheden. De wegingsfactor tussen schriftelijke toetsen, praktische opdrachten en eigen experimenteel onderzoek kan dat aansturen.

Kwaliteitsbewaking

Het is van groot belang dat de kwaliteit van de schoolexamens geborgd is. Daarom moeten instrumenten worden ontwikkeld voor de beoordeling en kwaliteitsverbetering van schoolexamens. Kwaliteitsborging komen ook tegemoet aan de behoefte van docent, schoolleiding, leerling en ouders aan een vorm van extern gelegitimeerde beoordeling. Daarvoor zijn verschillende opties denkbaar. Zo valt te denken aan benchmarking (kwaliteitsbepaling door vergelijking met andere scholen) of intercollegiale consultatie bij de ontwikkeling van schoolexamens. Om het hbo en w.o. meer te betrekken bij het onderwijs waarop ze voortbouwen dient de mogelijkheid van een systeem van gecommiteerden nader onderzocht te worden.

Er is een eerste werkversie nodig van de uitwerking van concepten en vaardigheden tot een examenprogramma voor de experimenten in proefscholen, dat daarna wordt geëvalueerd en zonodig bijgesteld.

Het examenprogramma schrijft een beperkt aantal concepten voor.

In het CE ligt de nadruk op examineren van concepten.

In het SE ligt de nadruk op wisselwerking tussen contexten en concepten en experimentele vaardigheden.

Als wegingsfactor adviseert de commissie 30% CE en 70% SE.

Er zijn instrumenten nodig voor kwaliteitsbepaling en kwaliteitsborging van schoolexamens.



Nieuwe examens met ICT-modellen

Het voortgezet onderwijs heeft een eigenstandige verantwoordelijkheid voor het eindniveau van het schoolvak scheikunde.

Profielcommissies kunnen adviseren over het eindniveau nodig voor vervolgoopleidingen in hbo en w.o.

1.8 Aansluiting vervolgonderwijs

Wie bepaalt eindniveau?

Aan het eind van het voortgezet onderwijs moeten leerlingen zich een goed beeld hebben gevormd van de belangrijke rol die scheikunde vervult in de maatschappij. Daarbij moet het leerlingen ook duidelijk zijn dat een vervolgoopleiding in de natuurwetenschappelijke sector hen brede carrièreperspectieven biedt, van manager, productontwikkelaar tot onderzoeker, docent of wetenschapsjournalist.

In de huidige voorstellen van de commissie is geen eindniveau gedefinieerd. Dat moet deel gaan uitmaken van de volgende fase van het vernieuwingsstraject. Het voortgezet onderwijs heeft als hoofdfunctie het aanbieden van een brede algemene vorming, ook in de profielvakken. In een maatschappij die zo is doordrongen van natuurwetenschap en techniek draagt verbreding en verdieping van natuurwetenschappelijke kennis dan ook primair bij aan de algemene vorming. Het voortgezet onderwijs heeft een eigenstandige verantwoordelijkheid voor het bepalen van het eindniveau. Voor een goede aansluiting op vervolgoopleidingen na de N-profielen dient hier echter ook het afnemend veld bij betrokken te worden. Profielcommissies kunnen een centrale rol gaan vervullen bij de advisering over het eindniveau dat nodig is als vooropleiding voor studie en beroep.

Afstemming verbeteren

De huidige veranderingen in het w.o. (bachelor-masterstructuur) en hbo (competentie-ontwikkeling) bieden kansen voor een betere afstemming tussen voortgezet onderwijs en vervolgonderwijs. Het vervolgonderwijs kan aansluiten op de context-en-conceptbenadering en de in het voortgezet onderwijs gehanteerde leerontwikkeling in concepten en vaardigheden. Daarnaast kan het voortgezet onderwijs op de korte en middellange termijn meer profijt trekken uit de ervaringen van het vervolgonderwijs met competentiegericht onderwijs en projectonderwijs.



Productontwikkeling: chemie in silico (virtuele chemie)

1.9 Rol ICT

ICT binnen de chemie

Sinds de jaren negentig speelt ICT in wetenschap en bedrijven een cruciale rol in onderzoek, ontwikkeling en productie. Dit moet ook in de schoolscheikunde zichtbaar worden. Leerlingen dienen ervaring op te doen met vakgerichte databases, de computer als meetinstrument, 'molecular modelling', moderne dataverwerking en virtuele proeffabrieken. Dit is van belang voor het visualiseren van modellen van moleculen en processen en het verkrijgen van inzicht in chemische begrippen en structuren en hun onderlinge samenhang. ICT biedt ook een brede toegang tot actuele contexten uit vakliteratuur en publicaties in de media.

Middel tot vernieuwing

Virtuele chemie krijgt in het huidige scheikundeonderwijs nog nauwelijks aandacht terwijl 'virtual reality' in spelomgevingen door jongeren breed geaccepteerd wordt. Binnen een nieuwe manier van lesgeven en leren kunnen speciaal voor het scheikundeonderwijs ontwikkelde websites en virtuele excursies een belangrijke functie vervullen. Daartoe dient de beschikbare ICT-infrastructuur in de vaklokalen sterk verbeterd te worden.

Wereldwijd is veel vakgerichte software ontwikkeld voor wetenschappelijk onderzoek en het bedrijfsleven. Voor gebruik daarvan in het onderwijs is aanpassing nodig. Dit dient door overheid en bedrijfsleven sterk gestimuleerd te worden.

ICT als middel tot innovatie van leeromgevingen kan een belangrijke bijdrage leveren aan het versnellen en verbreden van het ontwikkel- en implementatieproces van het nieuwe scheikundeprogramma.

De rol van ICT in onderzoek, ontwikkeling en productie van chemie moet in het schoolprogramma zichtbaar worden.

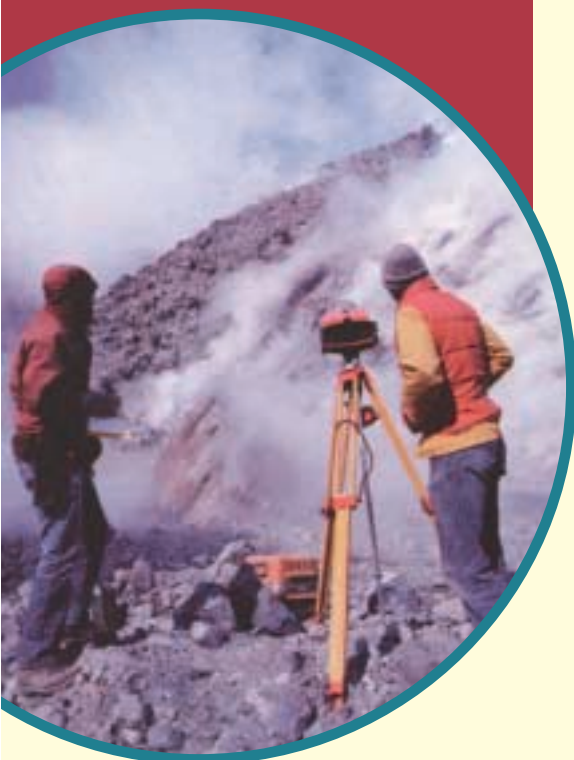
ICT draagt bij aan het versnellen en verbreden van het ontwikkel- en implementatieproces van het nieuwe programma.



ICT onmisbaar element voor ontwikkeling en implementatie

De context-en-conceptbenadering sluit aan op internationale ontwikkelingen.

Lesmateriaal en evaluaties uit ons omringende landen dienen als basis en inspiratiebron.



Chemieonderwijs in internationaal perspectief

1.10 Internationale aansluiting

Nieuwe didactiek

De keuze voor de context-en-conceptbenadering als hoofdbenadering in het nieuwe scheikundeprogramma is mede gebaseerd op ontwikkelingen in de ons omringende landen.

In Duitsland werken sinds 2002 docenten in elf Bundesländer samen met universiteiten aan modules in het project "Chemie im Kontext". Hun didactische model is met externe ondersteuning in de schoolpraktijk ontwikkeld en getoetst. Zie bijlage 8 voor de uitgangspunten van de vernieuwingen in dit project.

In Groot-Brittannië is in het laatste decennium van de vorige eeuw een brede ervaring opgedaan met meer contextgericht onderwijs in het "Salters Advanced Chemistry"-programma. Daarnaast zijn in 2002 de ervaringen met het curriculum "Science for Public Understanding" geëvalueerd. Het nieuwe curriculum "21st Century Science" bouwt hierop voort. Ook hierin staan contexten aan de basis van een nieuw programma en de bijbehorende centrale examens. "21st Century Science" is een integraal ontwikkeld science-curriculum waarin modules scheikunde, natuurkunde en biologie in door de school te bepalen varianten voor vakken of combinaties van vakken kunnen worden aangeboden. Zie bijlage 9 voor de hoofdlijnen in het curriculum "21st Century Science".

Ook in de Verenigde Staten is ruime ervaring met meer context-gericht scheikundeonderwijs waaronder het programma "ChemCom" dat is ontwikkeld door de American Chemical Society (ACS).

Inspiratie

Bestaand lesmateriaal en evaluaties daarvan uit verschillende landen kunnen als basis en inspiratiebron dienen voor de vernieuwing van het Nederlandse scheikundeonderwijs.

2. Hoe verder?

2.1 Toekomstvisie

Samenwerken

Voor goed scheikundeonderwijs moeten alle belanghebbenden samenwerken. Dat is nodig voor het zichtbaar maken van het grote belang van de chemie voor onder andere de ontwikkeling van moleculaire wetenschappen (nieuwe functionele materialen) en nieuwe producten (kunststoffen, medicijnen). Hier ligt een belangrijke taak, natuurlijk voor het onderwijs, maar ook voor de overheid, kennisinstellingen, de chemische en aan de chemie verwante industrie. Deze samenwerking is ook nodig omdat steeds minder havo- en vwo-leerlingen kiezen voor een natuurwetenschappelijke vervolgstudie. Als deze terugloop niet wordt gestopt, zal dit al op korte termijn tot een zorgwekkende situatie kunnen leiden, waarbij de positie van Nederland als kennisland in gevaar komt. Overigens onderscheidt de problematiek in ons land zich niet van die in de ons omringende landen. Veel ligt in de handen van de scheikundedocenten bij het positioneren van scheikunde als aantrekkelijk vak voor leerlingen in de N-profielen van de Tweede Fase en het zichtbaar maken van het carrièreperspectief na een vervolgstudie in natuurwetenschappen.

Essentieel is dat het proces van blijvende vernieuwing bottom-up plaatsvindt door docenten, daarbij gesteund door de schoolleiding. Het kan worden ondersteund door deskundigen uit universiteiten, hogescholen, bedrijven en kennisinstellingen in de private sector. De overheid en de schoolleiding hebben de belangrijke taak dit proces adequaat te faciliteren. Initiatieven voor actieve ondersteuning van het scheikundeonderwijs die al in gang zijn gezet (zie bijlage 10) dienen hierop aan te sluiten. Het is van belang dat ook bij de andere natuurwetenschappelijke schoolvakken en in de onderbouw een beweging ontstaat in de richting van een context-en-conceptbenadering, zodat met het nieuwe scheikundeprogramma ook structureel meer samenhang met de belendende profielvakken ontstaat.

Krachten bundelen

Het is nodig dat in het voortgezet onderwijs nieuwe initiatieven en reeds lopende vernieuwingsactiviteiten goed op elkaar worden afgestemd. Om tot een structurele verankering van de vernieuwing in het

onderwijs te komen moeten deze initiatieven worden gecoördineerd. Het is de kunst om voortdurend te focussen op het werken aan de basis en daartoe krachten strategisch te bundelen. Daarvoor is er behoefte aan een Stuurgroep Nieuwe Scheikunde die verantwoordelijk is voor verankering van initiatieven en het kwaliteitsbeleid. Er is geen behoefte aan speciale projectgroepen, wel aan makelaars die de vraag van het onderwijsveld en het aanbod van nieuwe projecten aan elkaar koppelen en de aansluiting aan het proces van blijvende vernieuwing bewaken.

2.2 Waar beginnen?

Ruimte in derde leerjaar

Hoewel de commissie opdracht kreeg om advies uit te brengen voor de vernieuwing van het examenprogramma voor de Tweede Fase, geven met name docenten aan dat het hun voorkeur heeft om met de vernieuwing te beginnen in de derde klas. Het huidige onderwijsprogramma in de derde klas biedt experimenteer ruimte die vrijwel zonder voorbereiding in het voorafgaande schooljaar kan worden benut. Er is in het derde leerjaar geen PTA (Programma van Toetsing en Afsluiting) en dus geen aanpassing in de examenregeling nodig. Vrijwel nergens anders in het huidige scheikundeprogramma ervaren docenten nog ruimte om het onderwijs naar eigen inzicht vorm te geven. Dit zijn voor de commissie belangrijke argumenten om OCenW te adviseren om bij de vernieuwing van het gehele programma te beginnen met een nieuw programma in het derde leerjaar.

Bovendien heeft starten met experimenten in de derde klas als meerwaarde dat de docent een jaar lang kan leren omgaan met de context-en-conceptbenadering zonder de druk van het eindexamen. Deze verantwoordelijkheid voelen docenten wel in de daaropvolgende vierde klas. Experimenten in de derde klas moeten aansluiten bij natuur- en scheikunde uit de basisvorming. Scholen maken eigen keuzes omtrent natuur- en scheikunde als gecombineerd vak in de derde klas of als aparte vakken. Een aansprekende keuze van contexten uit de scheikunde en werkvormen gericht op het aanleren van een beperkt aantal concepten dient leerlingen in de derde klas een representatief beeld te

geven van zowel de breedte als de diepte van het vak. Enerzijds moet het derdeklasprogramma leerlingen die voor een M-profiel gaan kiezen aanspreken. Anderzijds moet het programma voldoende representatief zijn om een gegronde keus te kunnen maken voor het N-profiel. Een nieuw derdeklasprogramma leidt tot een betere basis voor een gemotiveerde keuze van het profiel en draagt bovendien adequaat bij aan het dichten van de huidige kloof tussen het derdeklas- en Tweede Faseprogramma. Dit werpt ook in de Tweede Fase zijn vruchten af.

Havo of vwo

'Waar beginnen?' is een impliciete vraag naar de volgorde waarin het vernieuwingstraject wordt uitgevoerd. Beginnen met het havo-programma, het vwo-programma of beide programma's gelijktijdig ontwikkelen? Omdat de problemen met scheikunde in havo het grootst zijn, moet het havoprogramma met voorrang worden vernieuwd. De commissie merkt hierbij op dat de ervaringen met het CMLS-programma leren, dat experimenten voor het havo goed moeten worden voorbereid. De commissie meent dat het nieuwe programma voor de derde klas moet worden ontwikkeld door eerstegraadsdocenten die ook lesgeven in de Tweede Fase.

Op een aantal scholen krijgt het derdeklasprogramma al de speciale belangstelling van schoolleiding en scheikundedocenten in verband met de aansluiting op de basisvorming aan de ene kant en de voorbereiding op de Tweede Fase aan de andere kant. Ook door deze ontwikkelingen is starten met een nieuw programma in klas drie het meest kansrijk. Deze experimenten maken het ook mogelijk om aan te sluiten bij de voorbereidingen die scholen maken voor vernieuwing van de basisvorming.

Alleen scheikunde?

'Waar beginnen?' kan ook worden opgevat als 'Bij welk vak beginnen?'. In het ideale geval zouden natuurkunde, scheikunde, biologie en misschien ook wiskunde samen moeten optrekken bij het ontwerp van een voor leerlingen met een N- of M- profiel aansprekend derdeklasprogramma. De ervaring met het vak natuur- en scheikunde in de basisvorming en het vak anw in de Tweede Fase heeft geleerd dat vakkenintegratie niet door kerndoelen of examenprogramma's is af te dwingen. Bovendien zal wachten op andere vakken geen recht doen aan het draagvlak en de slagkracht voor vernieuwing in het scheikunde veld. De commissie meent dat door nu te beginnen met scheikunde dit als katalysator zal werken voor vernieuwingen in de andere vakken.

Vernieuwing van het programma van één schoolvak in het hele voortgezet onderwijs, bijvoorbeeld scheikunde, speelt zich af binnen het kader van een bredere ontwikkeling naar een grotere autonomie voor scholen. Dit streven naar meer keuzevrijheid voor scholen richt zich ook op het samenhangend complex van het gehele onderwijsaanbod, de onderwijsorganisatie, het financiële en het personele beleid in de scholen. Een scheikundeprogramma dat uitgaat van ontwerpen voor vernieuwing maakt het mogelijk om in deze brede ontwikkeling mee te gaan.

Dit sluit ook aan bij het voorstel van de Koninklijke Nederlandse Akademie voor Wetenschappen (KNAW) tot het instellen van profielcommissies.

2.3 Schets van het ontwikkelingstraject

Werkversie nieuw examenprogramma

De commissie heeft met de keus voor het contexten- en conceptmodel de hoofdbenadering van het nieuwe programma vastgelegd.

De commissie constateert dat het voor een geslaagde invoering van het nieuwe programma noodzakelijk is dat het veld vanaf het begin van het traject intensief betrokken is en blijft bij discussies over de concepten en daartoe behorende begrippen. De commissie adviseert om vanaf september 2003 in interactie met het veld verder te gaan met het ontwikkelen van een bouwwerk van concepten, begrippen en vaardigheden en een eerste werkversie van een toetsbaar nieuw examenprogramma. Tevens dient in samenspraak met de Taakgroep Vernieuwing Basisvorming een adviesprogramma voor de derde klas havo en vwo te worden opgesteld, dat voortbouwt op de voorlopige kerndoelen van de basisvorming en een goede aansluiting op het onderwijs in de Tweede Fase waarborgt.

De eerste werkversie voor het nieuwe examenprogramma dient als uitgangspunt en kader voor experimenten in scholen. De commissie adviseert OCenW om een Stuurgroep Nieuwe Scheikunde in te stellen. Deze is verantwoordelijk voor het tot stand komen van de eerste werkversie van het experimentele examenprogramma en de voorbereiding van de eerste experimenten met en evaluaties van dit programma in scholen. Er dienen criteria te worden ontwikkeld voor het identificeren van scholen die daaraan een bijdrage gaan leveren. Of het nieuwe examenprogramma voor docenten en leerlingen uitvoerbaar en

toetsbaar is en of het leerlingen meer aanspreekt, moet uit de evaluaties blijken.

Werkwijze

De commissie bepleit een gefaseerde, maar wel snelle ontwikkeling van op de context-en-conceptbenadering gebaseerd lesmateriaal. Hierbij kan worden aangesloten op het didactische model, de expertise en het al bestaande lesmateriaal uit Duitsland. Daar werken in 'learning communities' docenten van zes scholen samen, begeleid door een lerarenopleider-didacticus en een inservicetrainer. De 'communities' ontwikkelen lesmodulen (raamwerk van concepten en begrippen, leerling- en docentenmateriaal) aan de hand van zelfgekozen contexten en testen deze in de klas. Daarna volgt uitwisseling, reflectie en evaluatie.

Dit ontwikkelmodel is vergelijkbaar met de strategie die is toegepast bij het ontwikkelen van het CMLS-programma vanaf 1968. Ook het eerste lesmateriaal voor het nieuwe vak anw bij de invoering van de Tweede Fase is volgens dit model tot stand gebracht. De ervaringen met het CMLS-programma hebben geleerd dat van meet af aan met het brede onderwijsveld moet worden gecommuniceerd over de leerervaringen met de schoolexperimenten. Ontwikkeling in regionale netwerken van een tot drie scholen of vijf tot zeven docenten onder een centrale regie blijkt goed te werken. Centrale regie is noodzakelijk om vanuit een uniform model te kunnen blijven werken. De netwerken kunnen worden ondersteund door deskundigen op het gebied van onderwijs, vakdidactiek en moderne scheikunde uit zowel universitaire onderzoeksgroepen als uit de industriële praktijk. ICT moet de ontwikkeling van het nieuwe lesmateriaal versnellen en verbreden en een krachtig instrument zijn bij verspreiding en implementatie van het nieuwe programma.

Ontwikkeling nieuw lesmateriaal

Op basis van de goede ervaringen met bovenstaand ontwikkelmodel bij eerdere vernieuwingen adviseert de commissie om met ingang van het schooljaar 2003 - 2004 een aantal regionale netwerken te vormen. Na het vaststellen van een nieuw examenprogramma kan vanaf januari 2004 al bestaand vernieuwend lesmateriaal hieraan worden aangepast en in de klas getest. Te denken valt aan modulen voor zes tot twaalf lessen waarin een maatschappelijke, beroepsgerichte, experimentele of theoretische context wordt uitgewerkt naar de aan te leren concepten, begrippen, modellen en vaardigheden binnen de context-en-conceptbenadering. Deze mo-

dulen zullen enerzijds een gidsfunctie hebben, anderzijds de basis vormen voor het zichtbaar maken van successen en knelpunten van de context-en-conceptbenadering. Voor docenten vormen ze het middel om op kleinschalige wijze ervaring op te bouwen met docentvaardigheden die voor deze aanpak nodig zijn.

Er dient door de Stuurgroep Nieuwe Scheikunde een zorgvuldige keus te worden gemaakt uit recent in Nederland ontwikkeld vernieuwend lesmateriaal en uit bruikbaar materiaal uit Duitsland en Groot-Brittannië.

Randvoorwaarden zijn onder andere:

- gekozen contexten leiden naar concepten en begrippen uit het experimentele examenprogramma;
- havo krijgt voorrang op vwo;
- ruimte voor differentiatie naar docent en leerling;
- leerontwikkeling is toetsbaar;
- het geheel van modulen is samen te voegen tot een jaarprogramma;
- een of meerdere modulen inspireren tot interactie met andere natuurwetenschappelijke vakken;
- monitoring en evaluatie zijn inherent onderdeel van het ontwikkelwerk.

Het is van doorslaggevend belang dat bij keuzes van contexten, die voor leerlingen aantrekkelijk en aansprekend zijn, ook deze leerlingen zelf worden betrokken. Daarbij is niet de dagelijkse leefwereld van de leerling de maatstaf maar de mogelijkheden om het blikveld van de leerling te verruimen. In bijlage 11 staan enkele resultaten van leerlingen die onderzoek deden naar de interesse in en het imago van de chemie.

Tegelijk met het ontwikkelen van het lesmateriaal voor de eigen klas scholen de netwerkdocenten zich in de didactiek van de context-en-conceptbenadering. Het ontwikkelproces moet transparant en extravert zijn, omdat het belangrijk is dat het onderwijsveld het ontwikkelproces van nabij kan volgen. De resultaten moeten snel en in brede kring verspreid worden via publicaties op het web en in vakbladen, via werkgroepen en lezingen op docentenconferenties of netwerkbijeenkomsten van de NVON-scheikundekringen. Ook internationale samenwerking en uitwisseling is daarbij nodig met name met de activiteiten die al lopen in Duitsland en Groot-Brittannië.

Aan het einde van het schooljaar 2003-2004 is volgens dit ontwikkelmodel lesmateriaal en toetsmateriaal beschikbaar, dat overdraagbaar is voor gebruik in andere scholen vanaf schooljaar 2004-2005. Hiertoe dient een passende ondersteuning ontwikkeld te worden, waarin de docenten uit de regionale netwerken van 2003-2004 een actieve rol spelen. De ontwikkelde modules kunnen met ingang van het schooljaar 2004-2005 verspreid worden voor kleinschalig gebruik door andere docenten. In hetzelfde schooljaar kan een aantal nieuwe modules worden ontwikkeld, die samen met de modules uit het voorgaande jaar een jaarprogramma kunnen vormen. Om docenten keuze te kunnen bieden is het nodig om een flink aantal modules te ontwikkelen.

Jaarprogramma

Scholen die daarvoor kiezen kunnen dan met ingang van het schooljaar 2005-2006 een heel jaarprogramma in de derde klas aanbieden. In dat jaar beginnen docetennetwerken ook met het ontwikkelen van de modules voor de vierde klas. Deze cyclus herhaalt zich nog enkele malen totdat voor alle leerjaren vernieuwd lesmateriaal is ontwikkeld. Tegelijk met het ontwikkelen van modules vanaf het vierde leerjaar moet worden begonnen met het ontwikkelen van schoolexamens en een centraal examen, gebaseerd op het nieuwe examenprogramma.

Onderstaand schema geeft een overzicht van de stappen die nodig zijn op weg naar de eerste nieuwe eindexamens havo in 2008 en de eerste nieuwe vwo-examens in 2009.

Dubbele vernieuwing

Een modulaire aanpak is een voorwaarde voor de gefaseerde en geleidelijke invoering van een nieuw scheikundeprogramma dat blijvende vernieuwing mogelijk maakt. Deze vernieuwing betreft zowel een vernieuwing van de inhoud als een vernieuwing van de didactiek. Bijlage 12 geeft hiervan een meer gedetailleerde schets. Doelstelling is dat volgens dit ontwikkelmodel het scheikundeonderwijs in havo en vwo zich binnen een periode van vijf tot zes jaar geheel zal kunnen vernieuwen.

In de overgangperiode zal het huidige programma naast het experimentele programma kunnen blijven bestaan, zodat docenten zelf kunnen bepalen wanneer en in welke tempo ze de overstap willen maken. De commissie beoogt een advies voor een aantrekkelijk programma op te stellen. Zo aantrekkelijk dat docenten gemotiveerd de overstap naar het nieuwe programma willen maken, omdat het hen nieuwe inspiratie en keuzevrijheid oplevert.

Schets van het gehele ontwikkelingstraject voor havo en vwo

5 havo					diploma
4 havo					
3 havo					
	2003-2004	2004-2005	2005-2006	2006-2007	2007-2008



gidsmodule



losse modules voor één leerjaar



volledig jaarprogramma

6 vwo						diploma
5 vwo						
4 vwo						
3 vwo						
	2003-2004	2004-2005	2005-2006	2006-2007	2007-2008	2008-2009

Facilitering en ondersteuning onderwijsveld

Als docenten gemotiveerd zijn en zich gesteund weten door de schoolleiding kan vernieuwing snel beginnen. Dat dient te gebeuren in actieve netwerken, waardoor de ontwikkelingen binnen de eigen scholen worden gevoed met ervaringen van andere scholen. Docenten zijn in eerste instantie opgeleid en aangesteld om les te geven vanuit bestaande onderwijsprogramma's. Het samenwerken in netwerken aan het ontwikkelen van lesmateriaal kan voor velen echter een bron van inspiratie en een middel tot deskundigheidsbevordering zijn. Bij de ontwikkeling en invoering van het nieuwe scheikundeprogramma zal daarom in de jaartaak expliciet ruimte moeten worden gecreëerd, met name voor ontwikkeling van lesmateriaal, overleg met collega's en participatie in netwerken.

Ondersteuning docenten

Een succesvolle ontwikkeling van een nieuw scheikundeprogramma staat of valt met enthousiaste docenten. Zij dienen dan ook op een goede ondersteuning te kunnen rekenen bij hun inzet voor het ontwikkelen en testen van het experimentele materiaal en de uitwisseling met andere scholen en docenten. Gezien de schaalgrootte van instellingen op het gebied van docentenopleiding en nascholing is het noodzakelijk dat alle in Nederland aanwezige capaciteit op dit gebied in stelling wordt gebracht. Daarbij is het van groot belang dat al deze krachten zich verenigen. De docentennetwerken moeten een beroep kunnen doen op ondersteuning van hbo-instellingen en universiteiten in de eigen regio, met name op vakdidactici.

Ook doet de commissie een beroep op ondersteuning vanuit de chemische industrie en publieke sector. Daarbij kan worden aangesloten bij initiatieven van onder andere C3, Jet-Net en AXIS.

Voor de ontwikkeling van experimenteel lesmateriaal op basis van bestaande modules is aanvullende facilitering door de overheid nodig. Dit is met name nodig voor:

- het ontwikkelen van een experimenteel examenprogramma en experimentele examens;
- de begeleiding van het proces als geheel;
- het uitwerken van de praktijkervaringen in de ontwikkelscholen tot goed ontworpen aantrekkelijk lesmateriaal dat door veel docenten kan worden overgenomen.

Van universiteiten en lerarenopleidingen is ondersteuning wenselijk in verband met:

- de inzet voor monitoring en evaluatie;

- onderwijskundige en vakinhoudelijke bijdrage aan netwerken.

Dit is mede van belang voor het versterken van de interactie van deze instellingen met docenten en scholen. Er is een langere periode van bijzondere inspanning nodig. Daarvoor is essentieel dat zowel vanuit de private als publieke sector financiële facilitering wordt gemobiliseerd voor de ontwikkeling en invoering van het nieuwe scheikundeprogramma. In bijlage 13 staat een aantal groeperingen genoemd met een aanduiding van de rol die ze in het vernieuwingsproces kunnen spelen.

2.4 Toetsing en evaluatie

Vernieuwing nodig

De invoering van een nieuw scheikundeprogramma, dat ruimte laat aan docenten en leerlingen, heeft tot gevolg dat ook de wijze van examinering moet veranderen.

Voor de ontwikkeling van centrale examens kan worden aangesloten op de expertise uit Groot-Brittannië. Ook adviseert de commissie goed te kijken naar de wijze van examinering van de niet-natuurwetenschappelijke vakken in de Tweede Fase. Het ontwikkelen van voorbeelden van verschillende vormen van toetsing en evaluatie dient onderdeel te zijn van de ontwikkeling van lesmateriaal. De resultaten van deze nieuwe toetsen dienen zorgvuldig geanalyseerd te worden. Daarnaast moet in de schoolexperimenten ruimte gemaakt worden voor nieuwe manieren van toetsing en evaluatie inclusief monitoring en reflectie op het toetsingsinstrument zelf.

Kwaliteitsbeleid

Voor kwaliteitsbepaling en waar nodig kwaliteitsverbetering van schoolexamens is ook monitoring nodig. Te denken valt aan collegiale consultatie en het gebruik van de zogenaamde zelfevaluaties waarmee veel scholen al experimenteren. De kwaliteitsverbetering dient aan te sluiten op het kwaliteitsbeleid binnen de scholen. Naast inspectietoezicht op het kwaliteitsbeleid binnen scholen is wellicht aanvullend toezicht nodig gericht op de didactiek van het context-en-conceptmodel en de vakinhoudelijke kennisontwikkeling van docenten.

3. Context en Concept

3.1 Overwegingen

Nieuwe perspectieven

Jonge mensen nemen de wereld waar zoals die zich aan hen voordoet en vergelijken hun waarnemingen over het algemeen niet met die uit het verleden. De inhoud van de schoolscheikunde dient daarom op het nu en op de toekomst te zijn gericht. Er zijn grote geheimen te ontdekken over de chemie van levensprocessen, waaronder die in de mens zelf. Ook het maken van nieuwe stoffen en het verbeteren van productieprocessen door subtielere en schonere conversies biedt onvermoede perspectieven op nieuwe kennis. 'Moleculair modelling' speelt een grote rol in de versnelling van nieuwe ontwikkelingen. Juist in wat we nog niet weten, ligt de uitdaging die ook de nieuwsgierigheid van jonge mensen zal kunnen prikkelen.

In het nieuwe scheikundeprogramma dat de commissie voor ogen staat, speelt de wisselwerking tussen boeiende contexten en scheikundige concepten een centrale rol. Het is geen optelsom van alle kennis uit het verleden maar een weerspiegeling van de zich ontwikkelende wetenschap en techniek. Dit is een absolute voorwaarde om de huidige kloof tussen de chemie in de maatschappelijke realiteit en in het scheikundeonderwijs blijvend te overbruggen. Deze aanpak betekent een trendbreuk in leerplanontwikkeling, waarin tot nu toe programma's batch-gewijs ontwikkeld, vastgesteld en geëvalueerd werden.

3.2 Concepten

Twee centrale concepten

De commissie heeft als fundament voor ontwikkeling en vernieuwing en als vertrekpunt voor discussie met het veld gekozen voor twee centrale concepten:

- * **het molecuulconcept:** materie is opgebouwd uit moleculen of andere deeltjes zoals atomen, ionen;
- * **het micro/macro concept:** het verband tussen de moleculaire en de macroscopische eigenschappen.

Volgens de commissie sluiten deze het beste aan bij de essentie van scheikunde. Dat is het leggen van verbanden tussen enerzijds de eigenschappen van stoffen en de processen in de macroscopische wereld en an-

derzijds de samenstelling, structuur en reactiviteit op moleculair niveau.

Het molecuulconcept is het primaire centrale concept van de scheikunde. Bij het molecuulconcept horen concepten zoals:

- atomen als bouwstenen van moleculen;
- verschillende typen binding tussen moleculen, respectievelijk atomen, respectievelijk ionen;
- de structuur en flexibiliteit van moleculen;
- het maken en breken van bindingen;
- het ontwerpen van moleculen.

Het micro/macroconcept is het secundaire centrale concept van de scheikunde. Bij het micro/macroconcept horen concepten zoals:

- het verband tussen de moleculaire samenstelling, structuur en eigenschappen of functies;
- het verband tussen sterkte van bindingen in en tussen moleculen en stabiliteit;
- het verband tussen structuur, reactiviteit, reactiesnelheid, katalyse en processen die daaruit voortvloeien.

Hoofdlijnen

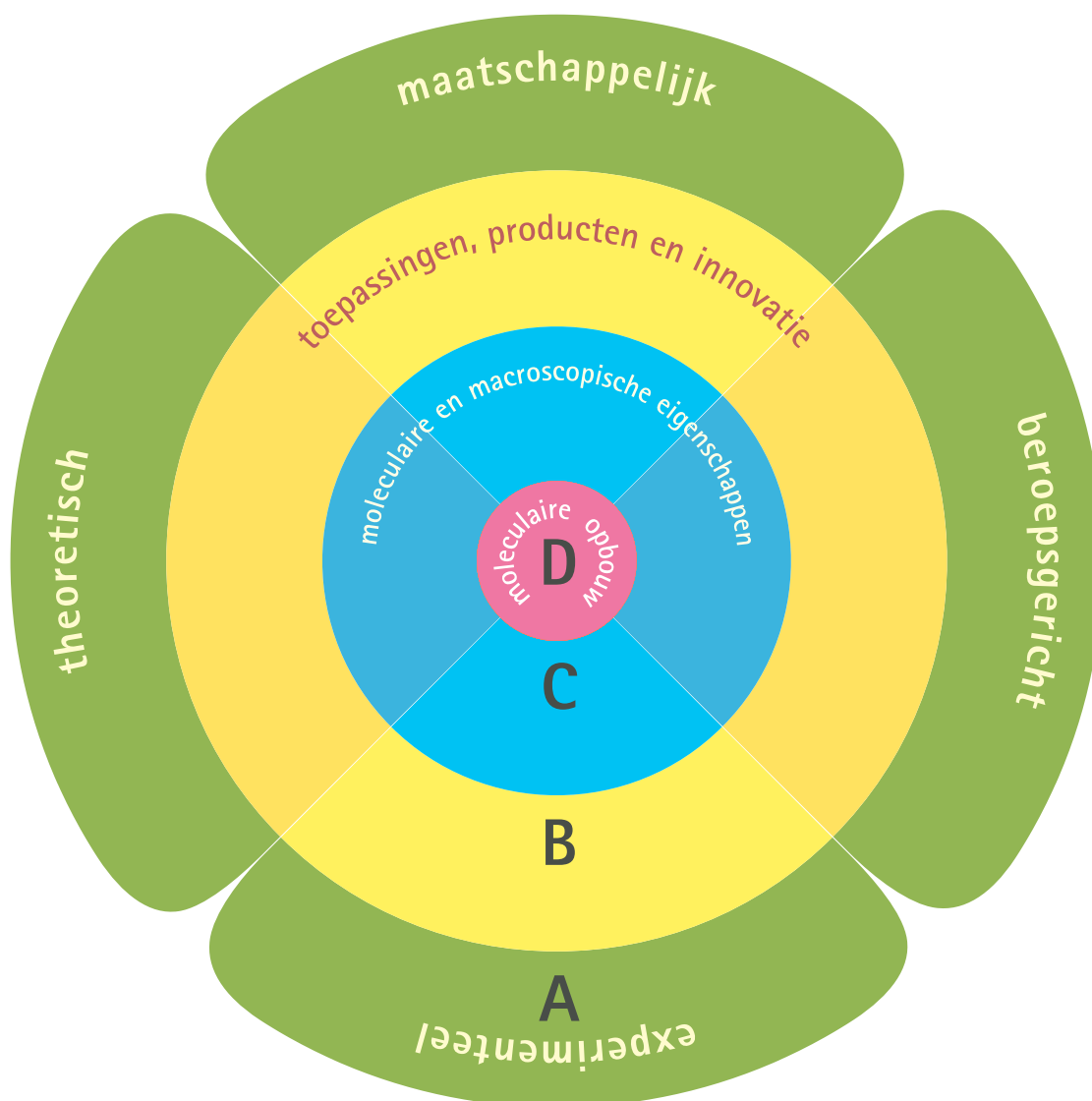
Deze twee centrale concepten moeten worden uitgewerkt in begrippen die voor een groot deel ook al in het huidige examenprogramma staan opgenomen. De beide centrale concepten geven de hoofdlijnen van het vakgebied scheikunde weer. Ze dienen vanuit de context-en-conceptbenadering ook een doorgaande leerlijn in het voortgezet onderwijs te vormen. De bijbehorende begrippen, modellen en vaardigheden zijn de gereedschappen voor de communicatie over de concepten.

3.3 Wisselwerking tussen context en concept

Contexten

In de wereld om ons heen zijn volop contexten beschikbaar voor het scheikundeonderwijs: maatschappelijke, beroepsgerichte, theoretische en experimentele. Ze vormen een aanleiding tot verkenning van producten uit en toepassingen van de chemie en vervolgens tot verdieping in de richting van de daaraan ten

Schematische weergave van de context- en conceptbenadering



Schil A representeert contexten uit maatschappelijk herkenbare en relevante chemie. Schil A omvat economische aspecten onder andere uit het werkveld van de chemische en farmaceutische industrie en voedingsmiddelenindustrie. Schil A betreft ook culturele aspecten rondom het maatschappelijk imago van de chemie. Tot schil A behoren ook de gezondheids- en milieuaspecten die met toepassingen van chemie in producten samenhangen.

Schil B is een weergave van contexten waar toepassingen en producten in verband staan met kennis van en inzicht in beide centrale concepten. Dit betreft onder andere innovatieve en toepassingsgerichte probleemstellingen uit Research

& Developmentgroepen in universiteiten, researchinstellingen en industriële laboratoria. Schil B representeert ook het interdisciplinair denken en werken met inbegrip van de aan chemie gerelateerde technologische aspecten.

Schil C omvat het secundaire centrale concept. Het gaat om kennis en toepassingen van het micro-macroconcept, het verband tussen moleculaire en macroscopische eigenschappen.

Kern D sluit hierop aan met het primaire centrale concept van de scheikunde. Dit betreft kennis van en inzichten in de opbouw van materie uit moleculen of andere deeltjes zoals atomen of ionen.

grondslag liggende concepten. Deze aanpak beoogt bij leerlingen vragen op te roepen. Concepten in de scheikunde staan voor de grondslagen van het vakgebied uitgewerkt in begrippen, modellen, relaties en wetmatigheden. Bij het ontwerpen van het nieuwe scheikundeprogramma moet worden uitgegaan van de wisselwerking tussen contexten en concepten. Voor een goede leerontwikkeling dient te worden uitgegaan van een doorlopende leerlijn in concepten en experimentele vaardigheden. Zowel voor basisvorming, derde klas en Tweede Fase dient te worden uitgewerkt tot welke diepte wordt ingegaan op contexten en de daarin opgenomen concepten.

Verschillen

Voor havo en vwo moet er verschil zijn in diepte en omvang van de uitwerking van concepten in begrippen. Ook dient er in beide programma's aandacht te zijn voor verdere differentiatie. Niet alle leerlingen hebben dezelfde aandacht voor alle typen contexten nodig. Getalenteerde leerlingen zullen liever direct met abstracte begrippen en concepten gaan werken. Door nadruk op meer toepassingsgerichte dan wel meer theoretische contexten kan het onderwijs beter gaan aansluiten op de leervragen van alle leerlingen. Te denken valt aan verdieping of verbreding in met name het laatste jaar van havo en vwo of aan onderzoeksopdrachten in de eerdere leerjaren.

De commissie is overigens van mening dat het scheikundeonderwijs van het N&TG- en N&T-profiel gebaseerd dient te worden op hetzelfde examenprogramma. Scholen kunnen wel kiezen voor differentiatie in contexten die bij het profiel en de overige profielvakken passen. Door goed in te spelen op de verschillen tussen de profielen kan uitgaande van hetzelfde examenprogramma een voor beide profielen aantrekkelijk en uitdagend onderwijsprogramma worden aangeboden.

In het nieuwe scheikundeprogramma vormen de concepten de leidraad voor de keuze van contexten, die maatschappelijk, experimenteel, theoretisch en beroepsgericht van aard kunnen zijn. Door de toekomstgerichte inhoud kantelt echter het perspectief. In het huidige programma ligt de nadruk op contexten uit de scheikunde in historisch perspectief. In het nieuwe programma komen contexten voort uit de vragen van nu en de toekomst die de drijfveren voor vernieuwing zijn.

Leerlingen leren vanuit deze contexten van schil A via B, C naar D en bouwen zo experimentele vaardigheden en kennis van concepten op. Bij het aanpassen van be-

staande modulen naar een scherpere focus op het context-en-conceptmodel en het ontwikkelen van nieuwe modulen werken docenten, eventueel met ondersteuning van deskundigen, in omgekeerde volgorde. Ze doorlopen in een iteratief proces de weg van kern D naar de overige schillen en weer terug.

Leren van elkaar

Tijdens twee werkconferenties hebben docenten en andere deskundigen in elf voorbeelden van vernieuwend onderwijs in Nederland de onderliggende concepten geïdentificeerd. Ook is in kaart gebracht welke scheikundige begrippen daarin centraal staan en hoe het leerresultaat kan worden getoetst. Verslagen hiervan zijn gepubliceerd op <http://www.nvon.nl/scheik/index.htm> onder Nieuw Programma. Deze gemeenschappelijke leerervaring vormde voor de commissie de basis voor het ontwikkelen en aanscherpen van het context-en-conceptmodel tot een instrument voor het samenvatten van de wisselwerking tussen context en concept in een overzichtsbild.

In bijlage 14 staan drie voorbeelduitwerkingen van het raamwerk van vernieuwende lesmodulen volgens de context-en-conceptbenadering. Het betreft:

- de Nederlandse context "Superslurpers" bestemd voor 4 havo en 4 vwo;
- de Duitse context "Pommes Grün-Weiß" bestemd voor einde basisvorming of derde klas;
- de context "Air Quality" uit het Engelse "Science for Public Understanding" bestemd voor de 5 havo en 5 vwo.

Deze voorbeelden laten zien dat het model voor modulen van alle leerjaren en voorbeelden uit binnen- en buitenland bruikbaar is.

3.4 Inspiratie voor contexten

De ervaringen met "Chemie im Kontext" in Duitsland en "Science for Public Understanding" in Groot-Brittannië vormen een belangrijke inspiratiebron voor de vernieuwingen in Nederland. De resultaten van deze projecten kunnen gebruikt worden als vertrekpunt voor een snelle ontwikkeling en voorbereiding van de eerste experimenten in Nederlandse scholen.

Het Duitse voorbeeld biedt een kader voor de didactische uitwerking van de context-en-conceptbenadering binnen één module. De aanpak is gebaseerd op leerpsychologische uitgangspunten, hetgeen leidt tot het onderscheiden van vier fasen binnen een module. Dit didactische model is weergegeven in bijlage 8.

Het curriculum "Science for Public Understanding" vormt het uitgangspunt voor de ontwikkeling van het "21st Century Science" curriculum. Het Britse voorbeeld laat zien hoe vernieuwing van het vak scheikunde mogelijk is vanuit een gemeenschappelijke basis voor alle natuurwetenschappelijke vakken. De "Ideas about Science" zijn namelijk voor natuurkunde, scheikunde en biologie identiek. In het Britse model worden concepten en begrippen samengevoegd tot "Science Explanations". "Ideas about Science" en "Science Explanations" vormen de rode draad door thema's en contexten, de zogeheten "Teaching Topics". Een overzicht van het Britse curriculum staat in bijlage 9.

In Nederland is een aantal vernieuwende scheikundige contexten en lesmodulen beschikbaar, die ook verder kunnen worden ontwikkeld volgens de context-en-conceptbenadering. Bijlage 10 geeft, zonder volledig te zijn, een overzicht van vernieuwende initiatieven in eigen land. Bovendien is in de afgelopen jaren binnen het vak anw een ruime expertise opgebouwd in methodiekontwikkeling voor het werken met contexten met bijbehorende vernieuwende werkvormen. Ontwikkeling van een context-en-conceptmethodiek voor de scheikunde als volgende stap in de vernieuwing kan hierop aansluiten. Scheikundedocenten, die ook anw geven en zich de nieuwe didactiek van anw hebben eigengemaakt, kunnen daarbij als gids fungeren.

3.5 Ontwerpen voor vernieuwing

Contexten actualiseren

De context-en-conceptbenadering vraagt om een examenprogramma op hoofdlijnen. De formulering van dat programma moet zo open zijn, dat het zich kan blijven vernieuwen. Tegelijkertijd moet het echter voldoende richtinggevend zijn voor het ontwikkelen van centrale en schoolexamens. Een bouwwerk van concepten kan de duurzame basis vormen voor het nieuwe scheikundeonderwijs. Dit kan door variatie in contexten blijven aansluiten bij actuele ontwikkelingen in de samenleving, de wetenschap en kennis-economie.

Contexten over de ontdekkingen uit de historie van de chemie en belerende vakken dienen plaats te maken voor actuele contexten uit de huidige samenleving, die verband houden met natuurwetenschappelijke en technische innovatie. Discussies over de betekenis van wetenschap en techniek voor de samenleving hangen

hiermee samen. Maatschappelijke contexten zijn bij uitstek het instrument voor het vormgeven aan de intrinsieke waarde van onderwijs in natuurwetenschappen als onderdeel van het overdragen van cultuur. Natuurwetenschap en techniek maken deel uit van de fundamenteën van onze cultuur, het nieuwe scheikundeprogramma dient dit zichtbaar te maken.

Binnen de natuurwetenschappen staat de chemie centraal als moleculaire wetenschap omdat de synthese van nieuwe moleculen cruciaal is geworden binnen de nanotechnologie, het materialenonderzoek en de bio-wetenschappen. Scheikunde heeft het karakter gekregen van 'moleculair engineering', scheikundigen worden moleculaire architecten. Dit beeld van de scheikunde van 2010 impliceert dat een nieuw examenprogramma ook toekomstige ontwikkelingen zichtbaar moet kunnen maken.

Duurzame ontwikkeling

Het ontwerpen en realiseren van een duurzame samenleving vormt een belangrijke uitdaging voor de chemie, met vragen ten aanzien van het realiseren van milieuvriendelijke productieprocessen en duurzame producten en energiedragers. Deze kunnen in interessante contexten worden gevat. In veel gevallen ligt in deze contexten een koppeling met de α - en γ -gerichte studievakken voor de hand. Daarbij valt de denken aan economische aspecten en acceptatie van nieuwe technologie. Beide zijn van doorslaggevend belang voor het realiseren van een duurzame samenleving. Het scheikundeonderwijs zal hierin zijn verantwoordelijkheid moeten nemen.

Opmerkelijk is dat in wetenschap en bedrijf de grenzen tussen disciplines steeds meer vervagen. Juist aan de grensvlakken tussen vakken vinden de grote ontwikkelingen plaats onder andere in de 'life sciences' en nanotechnologie. Dit werkt nu al door in de opzet van de natuurwetenschappelijke vervolgstudies. Het is te verwachten dat ook het voortgezet onderwijs deze trend zal volgen. Daartoe is het echter niet nodig om een nieuw scheikundeprogramma te ontwerpen. Het is voldoende om de context-en-conceptbenadering door te trekken naar de andere natuurwetenschappelijke vakken en waar nodig op het niveau van de contexten andere keuzes te maken.

De context-en-conceptbenadering dient ook richtinggevend te zijn voor het vakinhoudelijke deel van de lerarenopleiding en aan te sluiten bij de op competentie-ontwikkeling gebaseerde onderwijskundige opleiding.

Bijlagen

Bijlage 1 Samenstelling Commissie Vernieuwing Scheikunde Havo en Vwo

Kerncommissie scheikunde

Prof. dr. G. van Koten, hoogleraar organische synthese, voorzitter
Prof. dr. B. de Kruijff, hoogleraar moleculaire biologie, vice-voorzitter tot 1-1-2003
Dr. N.C.M. Laane, science manager, vice-voorzitter vanaf 1-1-2003
Mw. drs. H.P.W. Driessen, leerplanontwikkelaar, secretaris, projectleider
Dr. H.A. Meinema, senior scientist materiaalchemie, ambtelijk secretaris
Drs. A. Kerkstra, docent havo/vwo
Ir. H.J.C. Schollen, teamleider hbo lerarenopleiding

Leden

Prof. dr. H.J.C. Berendsen, hoogleraar fysische chemie
Prof. dr. K. van Dam, hoogleraar biochemie en moleculaire biologie
Mw. prof. dr. M.C.E. van Dam-Mieras, hoogleraar biochemie en biotechnologie
J.W. Heisen, docent havo
Mw. ing. P.A.J.N. Kanitz-Huijbers, docent hbo laboratoriumopleiding
Prof. dr. B. de Kruijff, hoogleraar moleculaire biologie, lid commissie vanaf 1-1- 2003
Dr. N.C.M. Laane, science manager, lid commissie tot 1-1-2003
Drs. L.H.E. Maat, docent havo/vwo
Drs. A.J. Mast, directeur Communicatie Centrum Chemie C3
Mw. dr. ir. M. Scheffers-Sap, docent gymnasium
Mw. drs. A.G.M. van Schijndel, docent havo/vwo
Ing. A.H. Vogel, docent hbo voedingsmiddelentechnologie
Drs. J. Vogelzang, docent havo/vwo

Waarnemers namens het Ministerie van OCenW

Drs. R.J. Offerein, voortgezet onderwijs
Drs. J. Wagemakers, Tweede Fase Adviespunt

Bijlage 2 Conclusies en aanbevelingen

Verkenningcommissie Scheikunde

“Bouwen aan Scheikunde” is het rapport van de Verkenningcommissie Scheikunde. Dit rapport verscheen in juni 2002. Deze commissie stelde een probleemanalyse op en gaf aanbevelingen voor vernieuwing. Hieronder staan de hoofdpunten uit de probleemanalyse en de belangrijkste aanbevelingen.

Probleem

Het maatschappelijk beeld van de chemie bij het Nederlandse publiek is negatief en het grote belang van de chemische industrie voor de Nederlandse economie is niet zichtbaar. Het beeld van de moderne chemie in de schoolscheikunde wijkt ver af van de huidige stand van het vakgebied in wetenschap en bedrijfsleven. Het carrièreperspectief in de chemie is leerlingen niet helder.

Aanbeveling

Het scheikundeonderwijs dient burgers in alle beroepen een juist beeld te bieden van de functie en het belang van de bètawetenschappen voor de economie en samenleving.

Probleem

Leerlingen verliezen in het voortgezet onderwijs hun interesse in en nieuwsgierigheid naar natuurwetenschappen. Het schoolvak scheikunde kan hen niet inspireren en motiveren. Ook is er een grote kloof tussen scheikunde in de derde klas en de Tweede Fase. Practica, eigen onderzoek en ICT krijgen onvoldoende aandacht.

Aanbeveling

Het scheikundeonderwijs dient zich te richten op het verwerven van inzicht en vaardigheden in meer samenhang met andere bètavakken. Het vernieuwde scheikundeprogramma begint in klas 3. Het is aan te bevelen om het havo-programma apart van het vwo-programma te ontwikkelen.

Probleem

De exameneisen van het scheikundeprogramma voor havo en vwo zijn een knellend keurslijf. Voor aansluiting tussen havo of vwo en de vervolgoopleidingen is vaardigheid in analytisch denken en verbanden kunnen leggen belangrijk. Die krijgen nu te weinig aandacht.

Aanbeveling

Het examenprogramma dient zich te richten op kernzaken en ruimte te scheppen voor creatief

scheikundeonderwijs dat open staat naar andere disciplines. Het is niet nodig dat op alle scholen hetzelfde programma wordt aangeboden. Voor monitoring, toetsing en evaluatie van het gehele proces van leerlingen, docenten en schoolorganisatie is het aan te bevelen nieuwe instrumenten te ontwikkelen.

Probleem

Ten onrechte is het schoolboek en niet de docent het meest bepalend in het scheikundeonderwijs. Het onderwijs in de verschillende bètavakken is niet op elkaar afgestemd. Wisselwerking tussen vakdidactiek en de onderwijspraktijk ontbreekt. Dat geldt ook voor de wisselwerking tussen onderwijskundige vernieuwing en schoolboeken.

Aanbeveling

Scheikundeonderwijs dient over te gaan naar een toestand van voortdurende vernieuwing om aan te kunnen blijven sluiten bij de ontwikkeling van het vak in wetenschap en bedrijf. De interactie tussen het voortgezet onderwijs en de chemische en farmaceutische industrie en voedingsmiddelenindustrie dient te worden geïntensiveerd.

Het rapport is te bestellen onder nummer AN 4.744.83005 bij SLO, Postbus 2041, 7500 VB Enschedé, telefoon 053-4840339 of per e-mail aan verkoop@slo.nl. Prijs € 10,50. Het is ook mogelijk het rapport te downloaden van www.slo.nl/scheikunde en www.tweedefase-loket.nl (bestanden downloaden, overige publicaties).

Bijlage 3 Activiteiten Commissie Vernieuwing Scheikunde Havo en Vwo

De Commissie Vernieuwing Scheikunde Havo en Vwo heeft bij het uitvoeren van haar opdracht van OCenW veelvuldig overlegd binnen de commissie en met een groot aantal docenten en andere bij het scheikunde-onderwijs betrokken groeperingen en personen. Het overzicht hieronder geeft activiteiten en bijeenkomsten van de commissie weer.

Augustus 2002

Gesprek kerncommissie met OCenW

September 2002

Kerncommissievergadering

Plenaire presentatie op het KNCV-congres

Presentatie met discussie tijdens de bijeenkomst van de KNCV-sectie Scheikunde Onderwijs

Gesprek kerncommissie met onderwijsdeskundigen

Oktober 2002

Commissievergadering

Kerncommissievergadering

Gesprek kerncommissie met Citogroep en CEVO

November 2002

Kerncommissievergadering

Eerste werkconferentie van commissie met het brede veld

Plenaire presentaties en discussie docentenconferentie Woudschoten

Werkgroep docentenconferentie Woudschoten

Gesprek kerncommissie met vakdidactici en onderwijskundig onderzoekers

December 2002

Kerncommissievergadering

Gesprek kerncommissie met uitgevers en auteurs van schoolboeken

Publicatie verslag eerste werkconferentie op NVON-website www.nvon.nl/scheik/index.htm

Januari 2003

Commissievergadering

Kerncommissievergadering

Tweede werkconferentie van de commissie met het brede veld

Werkbezoek kerncommissieleden conferentie van Association for Science Education in Groot-Brittannië

Februari 2003

Kerncommissievergadering

Tussenrapportage aan OCenW

Gesprek kerncommissie met vakdidactici en onderwijskundig onderzoekers

Gesprek kerncommissie met AXIS en Jet-Net

Werkbezoek conferentie 21st Century Science in Groot-Brittannië

Maart 2003

Commissievergadering

Commissievergadering

Kerncommissievergadering

Tussenrapportage aan OCenW

Publicatie verslag tweede werkconferentie op NVON-website www.nvon.nl/scheik/index.htm

April 2003

Kerncommissievergadering

Plenaire presentatie op docentenconferentie KUN

Twee werkgroepen op docentenconferentie KUN

Klankbordbijeenkomst

Bijeenkomst veldadviesgroep docenten

Gesprek kerncommissie met auteurs van kritische artikelen

Gesprek kerncommissie met vakdidactici en onderwijskundig onderzoekers

Tussenrapportage aan OCenW

Mei 2003

Commissievergadering

Kerncommissievergadering

Gesprek kerncommissie met Taakgroep Vernieuwing Basisvorming

Gesprek kerncommissie met vakdidactici en onderwijskundig onderzoekers

Oplevering rapport aan OCenW

Juni 2003 – september 2003

Kerncommissievergadering

Aanbieden van het rapport aan de minister van OCenW

Publicatie rapport

Gesprek kerncommissie met Taakgroep Vernieuwing Basisvorming

Gesprek kerncommissie met OCenW

Gesprek kerncommissie met NVON

Bijlage 4 Deelnemers bijeenkomsten van de commissie

Leden van de commissie zijn verantwoordelijk voor de inhoud van het rapport, de overige geraadpleegde personen niet.

Docenten havo/vwo

Mw. dr. J. van Aalsvoort, auteur
Drs. F. Aarts
G.J. Bakke
E.J. van Ballegoij
M.J.P.M. Bekkers
Drs. A.C. van den Berg, bètasteunpunt RUG
Drs. A.A.J. van Berkel, auteur
Drs. W. Bolt, veldadviseur SLO
S. Bons
Mw. H. Booij
Ir. J.J. Dekker, sectievoorzitter natuurkunde NVON
Mw. drs. L.M. Dessens-Alberts, kringvertegenwoordiger NVON
Mw. R.M. Dijksterhuis
Mw. drs. I.D. Dulfer-Kooijman, voorzitter KNCV-Sectie Scheikunde Onderwijs
Drs. J.H. van Drooge, sectiebestuur scheikunde NVON
Mw. H. van Duijn
Drs. J.H.T.F.P. van Enckevort
Mw. S. Geelhoed
Dr. R. de Gelder
Ir. J.L.M. Geurts
Mw. J.S. Goubitz
Drs. P.A.M. de Groot, SLO, Chemie Olympiade
Ir. J.W.G. Hegger
Mw. E.P.M. Heijmen, tutor KUN
J.W. Heisen, lid commissie
D. Hennink
P. van den Hurk
Drs. W. van de Hoef
Drs. B. Iking
Mw. drs. C.D. Jansen-Ligthelm, kringvertegenwoordiger NVON, auteur
C. de Jonge
Mw. M.A.W. Kabel-van den Brand, auteur
Drs. A. Kerkstra, lid commissie
E.H.M.H. de Kleijn, Chemie Olympiade
Drs. E.R. Klompmaker †
Drs. J.C.J. LeFèvre, auteur
Drs. J.I.M. Link
Drs. P.M.E.W. Lipsch
H. van Lübeck, auteur
Drs. L.H.E. Maat, lid commissie

Dr. J.A.S. Maas, coördinator NVON-kringen scheikunde, CEVO
Dr. A. J.H. Macke
Ir. G.H. Mateman, kringvertegenwoordiger NVON
Drs. J.P. van Mechelen, KNCV-sectie Chemmic
D. Meijler
Ir. P.A.H.M. Michielsen
A. Niënkemper, coördinator VMBO-kringen NVON
B.J.M. Overgoor
Drs. H. Pelgrum
Drs. L.O.F. Pieren, auteur
F. Poel
Drs. S. Poppe
Dr. F.R. Povel
Drs. F.J. van der Puijl, kringvertegenwoordiger NVON
Dr. J. Reiding, KNCV-sectie Chemie in Context, auteur
Dr. C. Ris, auteur
Mw. drs. M. de Rijke, bestuur Sectie Scheikunde Onderwijs KNCV
Mw. drs. N. Romp
Drs. J. de Roo
Dr. ir. A. van der Scheer
Mw. dr. ir. M. Scheffers-Sap, hoofdredacteur Chemie Aktueel en lid commissie
Mw. drs. E. Schenkelaars
Ir. H.G.M. Scholte, auteur
Mw. drs. A.G.M. van Schijndel, lid commissie
H.G. Slender
Drs. G.G. Smits
Drs. R.W. Soer
Ir. W.A.M. Souren
Drs. H. Staal
Drs. C. van Stam
M.E. van der Steen
Mw. drs. M.A.P. Storm
Ir. K. Theuws
Mw. G.M. Tiemersma, sectiebestuur scheikunde NVON
Drs. J.B. Tiersma
C.H.P. Tijdink
Drs. H.J.C. Ubbels
Ir. J.W.P. Ummels, kringvoorzitter NVON
Drs. A.J.H.M. de Valk, auteur
Mw. drs. A.M. Vermaas
Drs. R.M. Verbeeck
C.P.E.M. Voets
Dr. M.J. Vogelesang, CEVO

Drs. J. Vogelzang, lid commissie
Drs. E.H.M. Vroemen, auteur
Drs. L. Wagener
Mw. drs. P. de Wit-Breedveld
Ir. G.P. van der Wouw
Drs. J.P.G. Zuidwijk, kringvertegenwoordiger NVON

Onderwijsverzorgingsinstellingen

Drs. C. Beers, Citogroep
Mw. drs. L. Bruning, SLO
Mw. drs. M. Cornelisse, APS
Mw. drs. H.P.W. Driessen, SLO, secretaris commissie
Mw. dr. H. Kramers-Pals, voorzitter CEVO
Drs. J. Morelis, SLO

Taakgroep Vernieuwing Basisvorming

M. Hakkenberg
H.P. Meijerink, voorzitter
Mw. J.M. Vos, secretaris

Ministerie van OCenW

Drs. R.J. Offerein, waarnemer commissie
Drs. J. Wagemakers, Tweede Fase Adviespunt

Didactici/onderzoekers/lerarenopleiders

Drs. J.H. Apotheker
Drs. F.J.C.M. Arnold
Mw. drs. B. van den Berg
Ir. C. de Beurs, techniek
Mw. dr. ir. A.M.W. Bulte
Drs. F. Coenders
Drs. H.J. de Gruijter
Dr. R.J. Genseberger, natuurkunde
Dr. M.J. Goedhart
Mw. dr. G.M. van Hoeve-Brouwer
Dr. E. Joling
P. Nentwig, Chemie im Kontext
Prof. dr. A. Pilot
Mw. drs. E.M.M. van Rens
Drs. R.A.W. van de Sande, AIO
Ir. H.J.C. Schollen, lid commissie
Mw. drs. M. Speyer
Drs. N.F.A. Suos
Drs. J.H. Vermaat, AIO

Docenten/onderzoekers HBO/WO

Prof. dr. H.J.C. Berendsen, hoogleraar fysische chemie, lid commissie
Prof. dr. H.J.M. de Groot, natuurkunde
Prof. dr. B. de Kruijff, hoogleraar moleculaire biologie, vice-voorzitter commissie
Dr. ir. H.W.M. Fuchs
Mw. prof. F.M.M. Griffioen, medische wetenschappen

Mw. dr. C.L. Habraken
Prof. dr. L.W. Jenneskens
Mw. ing. P.A.J.N. Kanitz-Huijbers, docent hbo en lid commissie
H. Niemantsverdriet, natuurkunde
Prof. dr. K. van Dam, hoogleraar biochemie en moleculaire biologie, lid commissie
Mw. prof. dr. M.C.E. van Dam-Mieras, hoogleraar biochemie en biotechnologie, lid commissie
Prof. dr. G. van Koten, hoogleraar organische synthese, voorzitter commissie
Ing. A.H. Vogel, docent hbo en lid commissie

Deskundigen o. a. uit vakorganisaties en chemische industrie

Ir. G. Asmus
Mw. B. Boots, programmamanager AXIS
Mw. dr. S.F. Brouwer-Keij, beleidsmedewerker VNCI
Dr. W. Buijs, DSM
Dr. ir. R.A. de Graaf, AKZO
L. Donk, beleidsmedewerker VNCI, waarnemend voorzitter sectie scheikunde NVON
Ir. M. Glimmerveen, beleidsadviseur AXIS
Dr. T. Graafland, Jet-Net, Shell
Drs. F.L. Gravenberch, voorzitter NVON
Drs. L.A.M. Jansen, secretaris NVON
Dr. N.C.M. Laane, science manager DSM, vice-voorzitter commissie
Dr. H.A. Meinema, senior scientist materiaalchemie TNO-TPD, ambtelijk secretaris commissie
Ing. M.J.H. Roosenboom, secretaris KNCV
Mw. dr. A.M. Schoen, auteur
Ir. J.W. Storm van Leeuwen
Drs. H. Telle, projectcoördinator Jet-Net

Educatieve uitgevers

Dr. S.L. Kemme, ThiemeMeulenhoff
R. Procee, Wolters Noordhoff
Th. Schouten, ThiemeMeulenhoff
H.A. van der Veen, Wolters Noordhoff
P. Verhagen, EPN
E. Wijnhoven, Malmberg

Wetenschapscommunicatie

Dr. J.M. van den Broek, hoofdredacteur Natuur & Techniek
Dr. A. Duyndam, hoofdredacteur Chemisch2 Weekblad
Drs. A.J. Mast, directeur Communicatie Centrum Chemie C3, lid commissie
Mw. ir. M.C.E. Segers, moderator KNCV-debat

Bijlage 5 Van concept tot rapport

Het conceptrapport is tweemaal voorgelegd aan een klankbordgroep van deskundigen en een veldadviesgroep samengesteld door Bureau Veldadvies van de SLO. De commissie dankt hen voor hun waardevolle commentaar en suggesties.

Leden van de klankbordgroep en veldadviesgroep zijn niet verantwoordelijk voor de inhoud van dit rapport.

Klankbordgroep

Mw. dr. S.F. Brouwer-Keij, beleidsmedewerker VNCI
L. Donk, beleidsmedewerker VNCI, waarnemend voorzitter sectie scheikunde NVON
Prof. dr. W. Drent, emeritus-hoogleraar
Drs. F.L. Gravenberch, voorzitter NVON
Dr. M.J. Goedhart, onderwijskundig onderzoeker
Drs. H.A.M. Huijs, SLO, leerplanontwikkelaar basisvorming natuurwetenschappelijke vakken
Dr. E. Joling, lerarenopleider
Drs. J. Morelis, SLO, leerplanontwikkelaar scheikunde en biologie
Prof. dr. A. Pilot, hoogleraar chemiedidactiek
Mw. dr. A.M. Schoen, auteur
Mw. prof. dr. N.H. Velthorst, emeritus-hoogleraar
Mw J.M. Vos, secretaris Taakgroep Vernieuwing Basisvorming

Docenten van de veldadviesgroep

Drs. W. Bolt, veldadviseur SLO
E.H.M.H. de Kleijn, Chemie Olympiade
Mw. drs. C.D. Jansen-Ligthelm, kringvertegenwoordiger NVON, auteur
Ir. J.H.F.M. Mentjes, kringvertegenwoordiger NVON
Ir. H.G.M. Scholte
C.H.P. Tijdink
Drs. A.A.J. van Berkel, auteur
Dr. ir. A. van der Scheer
Drs. J.H. van Drooge, sectiebestuur scheikunde NVON
Drs. J.P. van Mechelen, KNCV-sectie Chemmic
Drs. J.P.G. Zuidwijk, kringvertegenwoordiger NVON

De activiteiten van de commissie werden georganiseerd en voorbereid door de SLO, Enschede.

Projectleider: mw. drs. H.P.W. Driessen

Notulisten: drs. W. Bolt en drs. J.P. van Mechelen

Communicatie-advies: Drs. A.J. Mast, Communicatie Centrum Chemie C3

Projectsecretaressen: mw. C. Schoppink en mw. E. Veltman

Bijlage 6 Doelstellingen van het nieuwe scheikundeonderwijs

In de onderbouw van het voortgezet onderwijs maken alle leerlingen kennis met scheikunde in het vak natuur- en scheikunde in de basisvorming. Ook in de derde klas krijgen alle leerlingen scheikunde. De school bepaalt zelf in hoeverre scheikunde in de derde klas wordt geïntegreerd met natuurkunde. In de Tweede Fase is scheikunde een van de profielvakken van de profielen Natuur & Gezondheid en Natuur & Techniek.

Zowel in de onderbouw als in de bovenbouw levert scheikunde een bijdrage aan het realiseren van de algemene onderwijsdoelstellingen. Zo leren leerlingen bij het oplossen van chemische of natuurwetenschappelijke probleemstellingen tevens samenwerken, problemen analyseren en oplossen, rapporteren en presenteren, reflecteren, informatie zoeken en verwerken en ICT-tools hanteren.

Vakgerichte doelstellingen

1. Leerlingen ontwikkelen belangstelling voor en plezier in het vak scheikunde en behouden dit in de latere leerjaren.
2. Leerlingen vormen zich een realistisch beeld van het belang, de impact en relevantie van scheikundige processen in de levende en de niet-levende natuur, de industrie en in de samenleving.
3. Leerlingen leggen verband tussen scheikundige verschijnselen in hun omgeving en de achterliggende concepten voor het begrijpen, verklaren of voorspellen van die verschijnselen.
4. Leerlingen bouwen basiskennis op van chemische begrippen die van belang zijn voor de ontwikkeling van de concepten.
5. Leerlingen leren scheikundige concepten en begrippen hanteren in verband met voor hen nog onbekende scheikundige verschijnselen.
6. Leerlingen leren scheikundige concepten gebruiken als middel om verschijnselen uit de werkelijkheid te leren hanteren.
7. Leerlingen leren omgaan met modellen om natuurwetenschappelijke verschijnselen te beschrijven en voorspellingen te doen.
8. Leerlingen ontwikkelen scheikundige experimentele vaardigheden.
9. Leerlingen leren veilig omgaan met stoffen en apparaten en leren een risico-inventarisatie op te stellen en te evalueren.

Natuurwetenschappelijke doelstellingen

1. Leerlingen doen ervaring op met de werkwijze van natuurwetenschappelijk onderzoekers.
2. Leerlingen verwerven onderzoeks- en ontwerpvaardigheden en maken daarbij gebruik van natuurwetenschappelijke modellen, begrippen en concepten.
3. Leerlingen leggen verband tussen de resultaten van natuurwetenschappelijk onderzoek, producten of productiemethoden en duurzame ontwikkeling.
4. Leerlingen ontwikkelen een onderzoekende houding en leren vragen stellen bij natuurwetenschappelijke verschijnselen en resultaten van onderzoek.
5. Leerlingen verwerven een beeld van het carrièreperspectief in beroepssectoren in de natuurwetenschappelijke sector en brengen dit in verband met de eigen belangstelling en capaciteiten.

Bijlage 7 Terugblik op het CMLS-programma

In discussies over het nieuwe scheikundeprogramma wordt vaak teruggeblikt naar de ontwikkeling van het CMLS-programma (Commissie Modernisering Leerplan Scheikunde). Deze ontwikkeling begon in 1968 en resulteerde in 1985 in een landelijke invoering van het gemoderniseerde leerplan scheikunde.

In 1968 kreeg de Commissie Modernisering Leerplan Scheikunde opdracht van OCenW om een advies op te stellen voor het leerplan en het eindexamenprogramma scheikunde voor vwo, havo en mavo. Ook gaf de commissie advies over de wenselijkheid van onderwijsexperimenten in scholen en de gevolgen daarvan voor de eindexamens en maatregelen ter bevordering van de oriëntatie op methodiek- en didactiekontwikkeling van het scheikundeonderwijs bij scheikundedocenten.

Aanleiding tot deze opdracht was de constatering dat het toen bestaande leerplan verouderd was. Het was sterk gericht op voorbereiding voor studie en beroep in de chemie. Er was weinig aandacht voor leerlingen die niet met scheikunde verder wilden. Voor deze groep leerlingen was schoolscheikunde saai, weinig dynamisch en onpersoonlijk.

Het scheikundeonderwijs volgens het CMLS-programma had als doelstelling een bijdrage te leveren aan een harmonische en optimale ontwikkeling van de jonge mens. Daarbij werd onderscheid gemaakt tussen de voorbereiding op de rol als actief participierend burger in de zich voortdurend wijzigende cultuur en maatschappij én de voorbereiding op het vervolgonderwijs. Het scheikundeonderwijs diende een bijdrage te leveren aan de goede beeldvorming van de maatschappij en de rol die de scheikunde daarin speelt. Ook het ontwikkelen van een zelfstandige, kritische en flexibele instelling van leerlingen was van belang in verband met een originele en verantwoorde aanpak van wetenschappelijke problemen.

Een heroriëntatie op inhoud, methodiek en didactiek bij de invoering van het programma werd voor alle docenten noodzakelijk geacht. Het onderwijs diende zich in te stellen op een constante heroriëntatie op vakinhoudelijk en didactisch gebied.

Er lijkt weinig verschil tussen de aanleiding tot de opdracht aan de Commissie Modernisering Leerplan Scheikunde en ruim dertig jaar later aan de Commissie Vernieuwing Scheikunde Havo en Vwo. Ook zijn er overeenkomsten in het advies van de vorige en huidige commissie. Er is echter een groot verschil in eisen van de huidige maatschappij aan het voortgezet onderwijs en in de praktijk van het vakgebied scheikunde in de wetenschap en het bedrijf van nu.

Bijlage 8 Chemie im Kontext

Net als in ons land vertonen scholieren in Duitsland een afnemende belangstelling voor natuurwetenschappelijke vakken. Hun oordeel over deze vakken is negatief en wordt de laatste jaren alleen negatiever. Docenten constateren dat de kennis van natuurwetenschappelijke vakinhouden bij leerlingen minder wordt. Het project "Chemie im Kontext" probeert deze problemen aan te pakken.

In het project is een aantal leerpsychologische uitgangspunten gedefinieerd. Het leren ontwikkelt zich in vier fasen: de contactfase, de verwonderingsfase, de verwerkingsfase en de innestelingfase. Dit proces kan het beste plaatsvinden met behulp van contextrijk lesmateriaal en reële praktijksituaties. Leerlingen willen graag aan de slag met authentieke, complexe situaties die hen motiveren omdat er veel verschillende uitwerkingsperspectieven zijn. Daarin willen leerlingen graag competent, effectief en autonoom zijn en sociaal gewaardeerd worden. In het project gaat men ervan uit dat subjectieve concepten, ethische concepten en levensvragen drijfveren zijn voor wetenschappelijke kennis. "Chemie im Kontext" is gebaseerd op deze leerpsychologische opvattingen.

"Chemie im Kontext" is geen klassiek curriculum dat voor jaren vastligt maar is voortdurend aan verandering onderhevig in een cyclisch ontwikkelingsproces.

Voor "Chemie im Kontext" zijn en worden lesmodulen van 4-20 lessen ontwikkeld die aansluiten op alledaagse vragen. Uit deze contexten leiden leerlingen de scheikundige concepten af. Nevenstaande figuur geeft een model voor de wisselwerking tussen contexten en concepten.

In het project "Chemie im Kontext" werken samen:

- Leibniz-Instituut Pädagogik der Naturwissenschaften (IPN) Universität zu Kiel;
- Universität des Saarlandes Saarbrücken;
- Universität Dortmund;
- Universität Oldenburg;
- Ruim 100 docenten in 11 van de 16 Bundesländer.

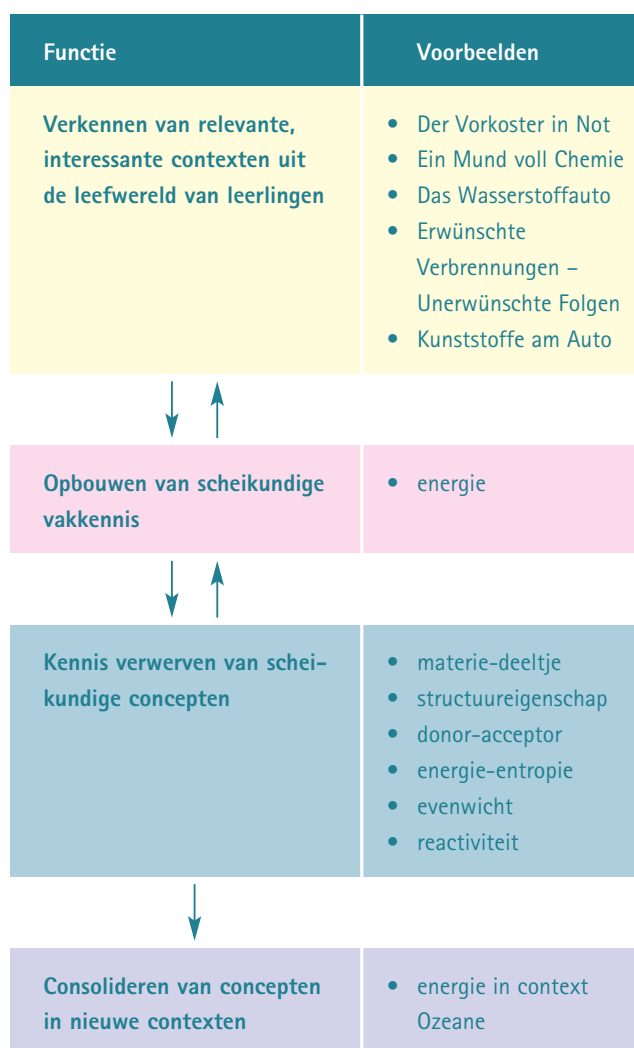
Er wordt gewerkt in 'learning communities' van docenten van zes scholen samen met een lerarenopleider/didacticus en een inservicetrainer. In elk deelnemend Bundesland zijn 1-3 'learning communities' actief. Zo'n 'learning community' ontwikkelt lesmodulen voor zelfgekozen contexten.

In de ontwikkeling van lesmodulen zijn de volgende stappen te onderscheiden:

- stap 1: ontwikkeling frame van concepten en begrippen;
- stap 2: ontwikkeling lesmodule inclusief voorbeelden;
- stap 3: testen in de klas inclusief reflectie en evaluatie;
- stap 4: uitwisseling.

Bezoek voor meer informatie over "Chemie im Kontext" de website: www.chik.de

Vier fasen in "Chemie im Kontext"



Bijlage 9 21st Century Science

Ook in Groot-Brittannië daalt bij leerlingen boven de veertien jaar de interesse in en motivatie voor natuurwetenschappelijk onderwijs. Om dit aan te pakken wordt een nieuw kerncurriculum ontwikkeld dat uitgaat van belangrijke natuurwetenschappelijke thema's in de maatschappij én dat toeleidt naar de natuurwetenschappelijke concepten achter die thema's. "21st Century Science" is een geïntegreerd curriculum natuurwetenschappen voor alle leerlingen in Key Stage 4. Het lesmateriaal voor dit curriculum bestaat uit negen modules. Het is een voorbeeld van een geïntegreerd ontworpen curriculum dat in de school kan worden onderwezen door vakleraren uit één, twee of drie disciplines.

Het nieuwe curriculum heeft twee doelstellingen. Ten eerste het ontwikkelen van 'scientific literacy', dat wil zeggen de natuurwetenschappelijke kennis en vaardigheden die nodig zijn voor persoonlijke en maatschappelijke beslissingen, inzicht in de culturele impact van natuurwetenschappen en techniek en kritische reflectie op natuurwetenschappelijke informatie in de media. De tweede doelstelling van het curriculum is het voorbereiden op natuurwetenschappelijk vervolgonderwijs.

Uitgangspunten bij het ontwerp van het curriculum zijn:

- De meeste mensen zijn consument in plaats van producent van natuurwetenschappelijke kennis.
- Consumenten hebben natuurwetenschappelijke kennis op hoofdlijnen nodig.
- Consumenten moeten ook kritisch kunnen reflecteren op deze natuurwetenschappelijke kennis.

"Science Explanations" (begrippen en concepten) en "Ideas about Science" (opvattingen over natuurwetenschap) komen in samenhang aan bod. In elke module worden een of twee "Science Explanations" uitgediept en gekoppeld aan een of twee "Ideas about Science". Zie ook het schema op de volgende bladzijde.

De "Ideas about Science" vormen de gemeenschappelijke basis van de drie disciplines. Door een bouwwerk van concepten en begrippen wordt afstemming met en samenhang tussen de disciplines verkregen. Aansluitend op het kerncurriculum kunnen leerlingen een aanvullende cursus natuurwetenschappen kiezen, die een flexibele opzet heeft met ruimte voor

de keuze van een meer algemeen of meer toegepast aantal modules.

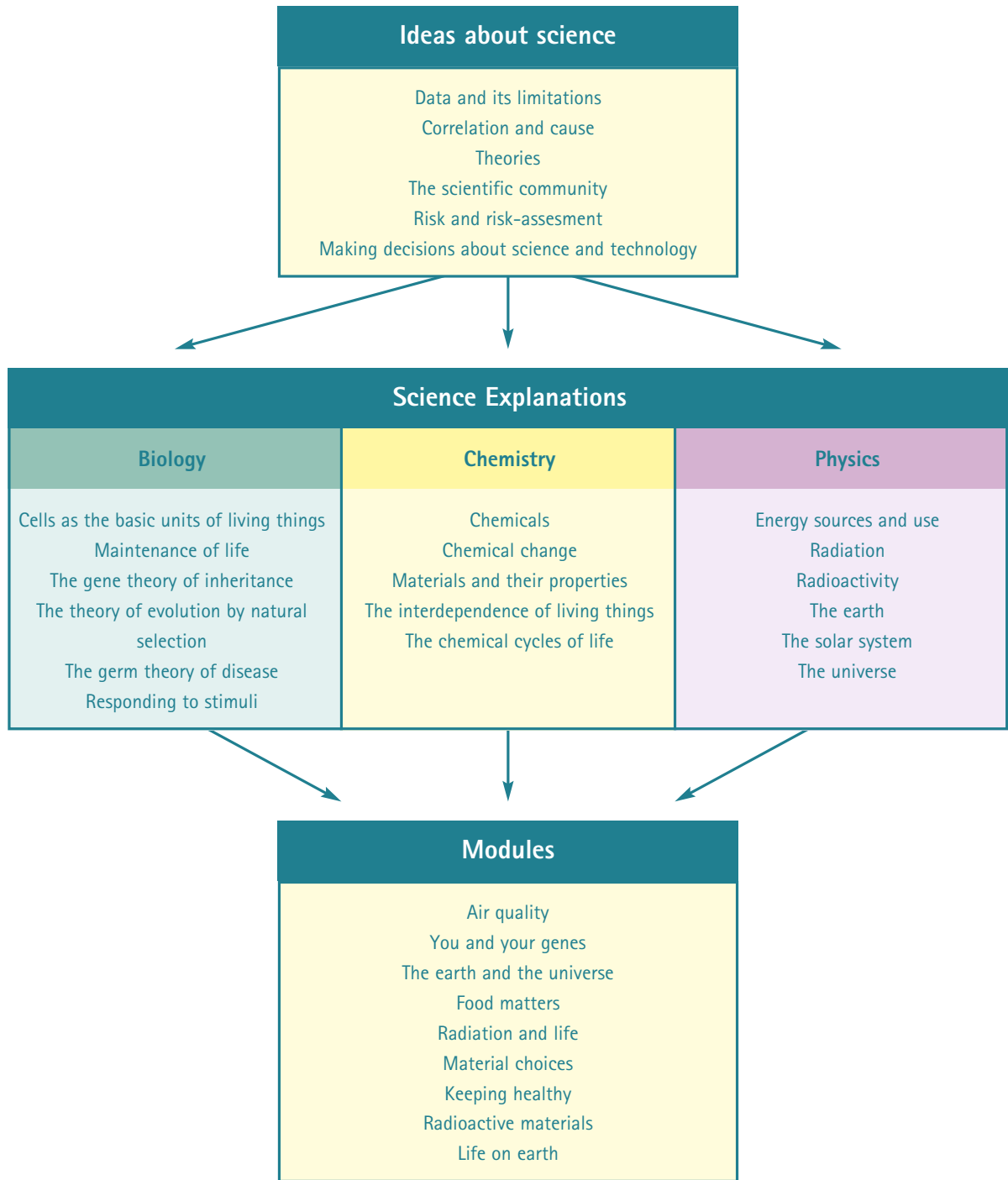
Het "21st Century Science"-curriculum laat zien dat het mogelijk is om met vernieuwing van één vak te beginnen en toch vanaf het begin een gemeenschappelijke natuurwetenschappelijke basis aan te bieden.

Het "21st Century Science"-curriculum wordt ontwikkeld door:

- Nuffield Curriculum Centre;
- University of York, Science Education Group;
- Qualifications and Curriculum Authority QCA;
- Awarding Body OCR.

Bezoek voor meer informatie over dit curriculum de website www.21stcenturyscience.org

Koppeling van "Ideas about Science" en "Science Explanations"



Bijlage 10 Vernieuwende projecten in Nederland

<i>N.B. Deze voorbeelden van vernieuwend onderwijs zijn veelal ontwikkeld voor gebruik binnen het huidige examenprogramma. Er is niet gestreefd naar een volledig overzicht.</i>	bestemd voor klas					omvang		
	2	3	4	5	6	1-5 slu	5-25 slu	PW
Actualiteit in chemie, opdrachten over chemie in dagbladen, www.stepnet.nl			●	●	●	●	●	●
Chemie Aktueel, www.c3.nl/evv/chemieaktueel.htm	●	●	●	●	●	●	●	●
Chemie in druppels, www.c3.nl		●	●	●	●	●		
Chemie in producten (jaarprogramma), joke.van.aalsvoort@planet.nl		●					●	
Chemie voor het leven, www.slo.nl/scheikunde			●	●		●		
Digitaal Overzicht Praktische Opdrachten, www.pieternieuwland.nl (Vakken - DOPO)	●	●	●	●	●	●	●	●
Ecodesign, ontwerp opdrachten duurzame chemie, www.itdg.org (Education)		●	●	●			●	
Enzymen in actie, e.veltman@slo.nl					●		●	●
Grondig bekeken, e.veltman@slo.nl				●			●	
Industrie op microschaal, www.chem.uva.nl/chemeduc/microschaal				●	●	●		
De Jeugdbrandweer, www.vensters.nl		●					●	
Kraken met zeolieten, Stichting School en Bedrijf, Den Haag			●			●		
Leerling voor de klas, www.c3.nl				●	●	●		
De Mannenpil, www.nvon.nl/anw			●			●	●	
Moleculen ruimtelijk bekijken, www.slo.nl		●	●	●	●	●		
Nierdialyse, http://projects.edte.utwente.nl/deeltjesmodel			●				●	
Proeven met zeolieten, www.c3.nl				●	●	●		
Samsam voor vwo, www.cmbi.kun.nl/samsam/vwo			●	●	●	●		
Scheikunde+ via www, www.cmbi.kun.nl/wetche/vwo				●	●	●		
Scheikunde projecten KNCV, www.scheikundeprojecten.kncv.nl			●	●	●	●	●	●
Scheikunde tussen school en universiteit, www.nvon.nl/scheik/sk-univ.htm				●	●	●	●	●
Scholiersymposium, www.ido.vu.nl/scholiersymposium				●			●	
Science across the World, www.scienceacross.org	●	●	●			●	●	
Speconsult, www.speconsult.slo.nl					●		●	
Spartan, molecular modelling, Wim.Buijs@dsm.com		●	●	●	●	●		
Stereochemie Plus, H.deGruijter@fontys.nl				●	●	●		
Superslurpers, nu nog beter!, www.chem.uu.nl/chemdid			●			●		
Techniek 15+, ontwerp opdrachten scheikunde, www.techniek15plus.nl	●	●	●	●	●	●	●	●
Technologie & Samenleving, e.veltman@slo.nl			●	●	●	●	●	●
Themabrochures VU, www.few.vu.nl/voorlichting/vwo/thema/index-nl.html			●	●	●	●		
Toekomstschetsen (Een koe op windkracht), www.dto-kov.nl (Thema's, onderwijs)		●	●				●	
TXT4U, http://txt4u.slo.nl					●		●	
Water, verrassend gewoon!, www.chem.uu.nl/chemdid			●			●		
WebQuest: Zeep zonder Zeep, www.slo.nl/scheikunde		●				●		
Zelfstudiemodules, www.chemnet.nl		●	●	●	●	●	●	●

Bijlage 11 Leerlingen over chemie en scheikundeonderwijs

Leerlingen hebben geen directe bijdrage geleverd aan de activiteiten van de Commissie Vernieuwing Scheikundeonderwijs Havo en Vwo. In de volgende fase is het nodig om rechtstreeks met leerlingen informatie uit te wisselen bij het bepalen van voor hen aantrekkelijke en uitdagende contexten.

Leerlingevaluaties van het huidige en nieuwe programma zijn belangrijke instrumenten voor een juiste beeldvorming van de interesse- en belevingswereld van jonge mensen.

Leerlingen in de Tweede Fase blijken heel goed in staat te zijn om zelf onderzoeken op te zetten en uit te voeren onder leeftijdgenoten. Tien leerlingen uit 5 vwo van het Staring College in Lochem kozen als opdracht voor hun anw-project "Onderzoek naar het imago van chemie". Ze stelden hun onderzoeksinstrumenten zelf op en verwerkten een aanzienlijke hoeveelheid data tot conclusies die van belang zijn voor het vervolgtraject. Hieronder volgen opvallende conclusies.

Leerlingen kennen weinig chemische bedrijven. 100% van de vmbo, 82% van de havo en 30% van de vwo-leerlingen kan niet drie bedrijven noemen. 0% van deze vmbo- en havo-leerlingen en 5% van de vwo-leerlingen heeft ooit een chemisch bedrijf bezocht. 62% van deze vmbo-leerlingen, 18% van de havo-leerlingen en 39% van de vwo-leerlingen zou dat wel willen. Ze vinden dat het imago van chemie verbeterd kan worden door meer positieve informatie over chemie, meer voorlichting en meer mogelijkheden tot contact met bedrijven.

Het hangt van de school en de docent af of leerlingen in groep zes, zeven of acht van het basisonderwijs weten wat chemie is. Meisjes weten dat minder dan jongens. Iets meer dan een kwart van de leerlingen in het basisonderwijs denkt bij chemie aan scheikunde, vrijwel niemand aan een bedrijf.

Tweederde van alle leerlingen zou graag wel iets van chemie willen leren in het basisonderwijs.

Meer dan 80% van deze leerlingen vindt chemie wel belangrijk.

Van de vwo- en havo-leerlingen met een M-profiel kiest bijna niemand scheikunde als keuzevak. Deze leerlingen vinden het een saai en vervelend vak of

ze menen er in de toekomst toch niets aan te hebben. Niemand zou in de derde klas in de scheikundeles meer theorie willen. De helft van de leerlingen vindt de verhouding theorie-praktijk goed, de andere helft wil meer practica.

Jongeren denken aanzienlijk negatiever (70%) over chemie dan volwassenen (57%). Voor maar 17% van de jongeren hoort chemie bij een moderne samenleving, tegen 33% van de volwassenen en 70% van de vijftigplusgeneratie. Het beeld van chemie is leerlingen volstrekt niet duidelijk: proefdieren, kernenergie, kernwapens, broeikas effect en medicijnen vindt men allemaal bij chemie horen.

De commissie beveelt aan om meer leerlingen kleinschalige onderzoeken op te laten zetten en hun creativiteit te mobiliseren door hen dat op een zelfgekozen manier te laten doen.

Onderstaande leerlingen hebben het imago van chemie onderzocht:

- Henrieke Esselink, profiel N&T
- Lydia de Haan, profiel N&G
- Marjolein Knapen, profiel E&M
- Annelie Loos, profiel C&M
- Moniek Meuleman, profiel C&M
- Elsbeth Morssink, profiel C&M
- Marieke Oteman, profiel C&M
- Barbara Sjouke, profiel E&M
- Janneke Thomas, profiel C&M
- Charlotte Vijftigschild, profiel E&M
- Wendy Wentink, profiel E&M
- Eva Zappeij, profiel C&M

Meer informatie over deze leerlingonderzoeken is verkrijgbaar bij dse@staring.nl.

Bijlage 12 Schets van een ontwikkelmodel

Kader

Voor experimenten met het nieuwe programma wordt vernieuwend lesmateriaal uit Nederland, Duitsland of Groot-Brittannië aangepast aan de context-en-conceptbenadering.

Een stuurgroep stelt het ontwikkelbeleid vast en stuurt een projectgroep aan. De feitelijke ontwikkeling van het lesmateriaal gebeurt in netwerken van twee of drie scholen gecoördineerd door de projectgroep en onder begeleiding van een coach.

Elk netwerk ontwikkelt zowel leerlingen- als docentmateriaal voor één lesmodule en test en evalueert dit. In het eerste en tweede jaar gaat het om modules voor de derde klas havo en/of vwo. Gestreefd wordt naar een zo groot aantal modules, dat een heel jaarprogramma ontstaat waarbij docenten nog enige keuze hebben.

Het totale aantal netwerken en dus de snelheid waarmee voldoende lesmateriaal voor het nieuwe programma tot stand komt is afhankelijk van de beschikbare middelen uit de publieke en private sector. Het is aan te bevelen dat de huidige initiatieven uit de private sector aansluiten bij dit proces. De ontwikkeling van lesmodules voor de hogere klassen vindt ook plaats in cycli van twee jaar uitmondend in het eerste experimentele havo-examen in 2008 en het eerste vwo-examen in 2009.

Opzet ontwikkeling modules voor een geheel leerjaar

De stuurgroep is verantwoordelijk voor een heldere

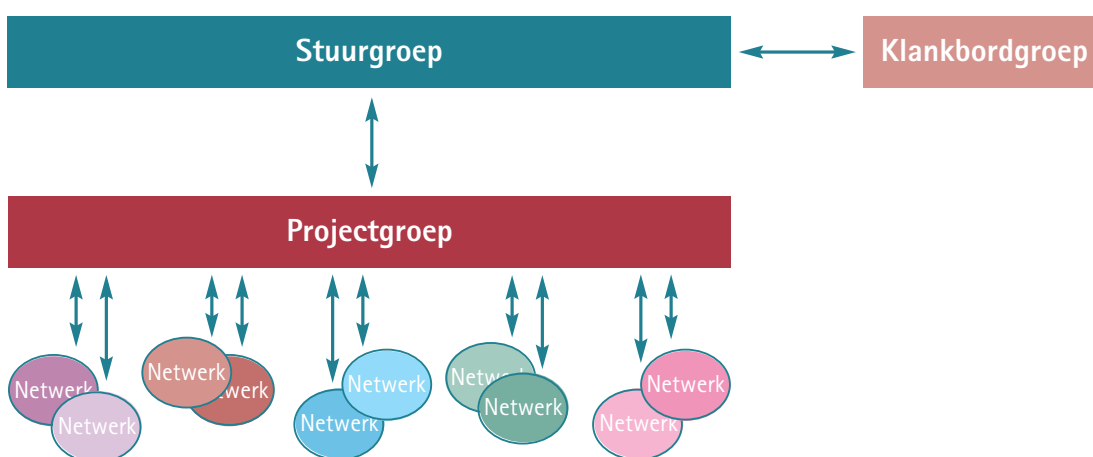
leerlijn van concepten, vakbegrippen en vaardigheden in zowel havo als vwo. De stuurgroep bepaalt het kader voor het scheikundeprogramma voor het betreffende leerjaar door de keuze van concepten en daarbij passende contexten. De stuurgroep beslist over de criteria voor de keuze van de aan te passen modules en het ontwikkelbeleid.

De stuurgroep wordt daarin bijgestaan door een klankbordgroep en door vakinhoudelijke en didactische experts. De klankbordgroep reflecteert twee tot driemaal per jaar op het ontwikkelproces als geheel en op de tussenproducten en adviseert de stuurgroep.

De projectgroep is verantwoordelijk voor de feitelijke uitvoering van ontwikkelactiviteiten in de netwerken binnen de randvoorwaarden van de stuurgroep inclusief een aantal inhoudelijke taken in opdracht van de stuurgroep en het kwaliteitsbeleid. De projectgroep organiseert de scholings- en uitwisselingsbijeenkomsten, evalueert producten en het proces en is verantwoordelijk voor de eindredactie. De projectgroep is ook verantwoordelijk voor de ontwikkeling van toetsinstrumenten bij de modules.

De feitelijke aanpassing van de modules vindt plaats in docentennetwerken. Elk netwerk is gekoppeld aan een ander netwerk in verband met bilaterale consultatie en om, waar nodig, tussentijds zaken af te stemmen. Landelijke scholings- en uitwisselingsbijeenkomsten spelen een centrale rol in verband met het koppelen en versterken van de leerervaringen en de afstemming op het proces als geheel.

Organisatiemodel voor het ontwikkelen van nieuw lesmateriaal



De ontwikkeling van lesmateriaal voor een bepaald leerjaar gebeurt in twee opeenvolgende jaren. In het eerste ontwikkeljaar worden enkele 'gidsmodulen' (zie bijlage 15) aangepast. Ervaringen uit de netwerken van het eerste jaar worden in het tweede jaar meegenomen in de opzet en uitvoering van de aanpassing van een groter aantal modulen bestemd voor een heel jaarprogramma. Uitgangspunt van de Commissie is dat voor havo de keus valt op andere modulen dan voor vwo. Binnen een tijdsbestek van twee jaar kan zo lesmateriaal voor één heel leerjaar van het nieuwe programma worden ontwikkeld. Deze cyclus wordt enkele malen herhaald voor de volgende leerjaren.

Voor het invoeren van het nieuwe programma is het van cruciaal belang dat het brede veld geïnformeerd en geïnspireerd wordt door de resultaten van de stuurgroep, projectgroep en de netwerken. De stuurgroep sluit daarbij aan op de werkwijze van de Commissie Vernieuwing Scheikunde Havo en Vwo en kiest voor interactie met het veld door koppeling aan bestaande netwerken zoals de NVON-scheikundekringen en goedlopende docentenconferenties. De aansluiting tussen de ontwikkelscholen en volgscholen vraagt bijzondere aandacht. Voor de invoering is het daarom van groot belang dat aangepaste modulen snel beschikbaar komen voor het brede veld. ICT als communicatiemiddel moet hieraan een belangrijke bijdrage leveren. Scholen die daarvoor kiezen kunnen dan al vanaf 2005 scheikunde volgens het nieuwe programma aanbieden. Voor scholing en begeleiding van docenten uit de volgscholen dienen startcursussen te worden aangeboden. Docenten uit de ontwikkelscholen vormen in dit proces de verbindende factor.

Opzet ontwikkeling één module

De netwerken werken binnen kaders die door de stuurgroep zijn vastgesteld. De projectgroep draagt via een 'gids- of aanleermodule' de criteria van lesmateriaal volgens het context-en-conceptmodel over. Daarnaast ondersteunt de projectgroep het netwerk met instrumenten voor toetsing en evaluatie van het leerproces en -resultaat van docenten en leerlingen. De projectgroep levert middelen, bewaakt de kwaliteitseisen, coördineert afstemming op modulen van andere netwerken en nieuwe initiatieven in het veld en bewaakt deadlines.

De docenten in de netwerken passen de module aan voor gebruik in de eigen klas en testen die. Ze wisselen ervaringen uit binnen de eigen school en met minstens één andere school.

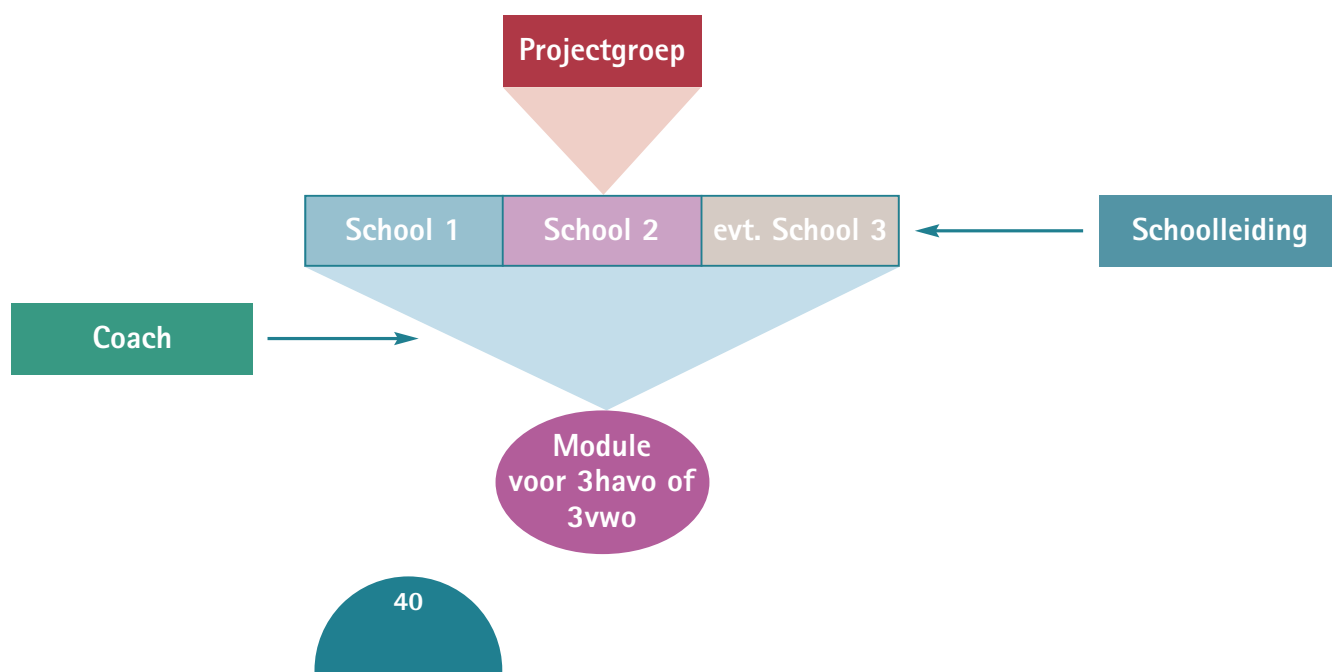
De coach is beschikbaar voor ondersteuning van de aanpassing aan het context-en-conceptmodel en daarbij passende werkvormen. Voor coaches wordt gedacht aan lerarenopleiders/didactici en medewerkers van onderwijsverzorgingsinstellingen.

De schoolleiding zorgt ervoor dat de ontwikkelactiviteiten in het taakbeleid worden opgenomen en dat docenten zijn vrijgesteld van lestaken tijdens de uitwisseling- en scholingsbijeenkomsten.

Schets van het hele ontwikkelings- en implementatietraject

Onderstaand overzicht geeft een schets van activiteiten en producten die nodig zijn voor ontwikkeling en de implementatie van het nieuwe programma. Het ontwikkel- en implementatieproces wordt jaarlijks geëvalueerd door de stuurgroep, die waar nodig het ontwikkelbeleid aanpast.

Model voor de ontwikkeling van één module



Schooljaar 2003-2004

Stuurgroep

- Vaststellen leerlijn concepten en begrippen.
- Vaststellen experimenteel examenprogramma.
- Vaststellen ontwikkelbeleid.
- Criteria voor de keuze van modules.
- Keuze van modules voor het eerste ontwikkeljaar 3 havo en 3 vwo.
- Criteria voor de keuze van ontwikkelscholen.
- Presentatie van rapport op docentenconferenties en in NVON-kringbijeenkomsten.

Projectgroep

- Aanleermodule 3 havo en 3 vwo.
- Scholingsmateriaal voor ontwikkeldocenten.
- Scholings- en uitwisselingsbijeenkomsten ontwikkeldocenten.
- Klankbordbijeenkomsten.
- Afstemming op vernieuwing basisvorming, nieuwe initiatieven uit het veld en internationale ontwikkelingen.
- Toetsontwikkeling.
- Eindredactie modules.
- Presentaties op conferenties en artikelen in vakbladen.

Netwerken

- Enkele gidsmodules voor 3 havo en 3 vwo.

Schooljaar 2004-2005

Stuurgroep

- Keuze van modules voor het tweede ontwikkeljaar 3 havo en 3 vwo.
- Keuze van modules voor het eerste ontwikkeljaar 4 havo en 4 vwo.
- Criteria voor de keuze van ontwikkelscholen.
- Aanpassing ontwikkelbeleid aan ervaringen van het eerste ontwikkeljaar.

Projectgroep

- Aanleermodule 4 havo en 4 vwo.
- Aanpassing scholingsmateriaal voor nieuwe ontwikkeldocenten.
- Scholings- en uitwisselingsbijeenkomsten ontwikkeldocenten.
- Klankbordbijeenkomsten.
- Afstemming op vernieuwing basisvorming, nieuwe initiatieven en internationale ontwikkelingen.
- Toetsontwikkeling.
- Eindredactie modules.
- Ontwikkeling startcursus volgscholen.
- Presentaties op conferenties en artikelen in vakbladen.

Netwerken

- Presentatie gidsmodules op docentenconferenties en scholingsbijeenkomsten.
- Modules voor geheel leerjaar 3 havo en 3 vwo.
- Gidsmodules voor 4 havo en 4 vwo.

Schooljaar 2005-2006

Stuurgroep

- Keuze van modules voor het tweede ontwikkeljaar 4 havo en 4 vwo.
- Keuze van modules voor het eerste ontwikkeljaar 5 havo en 5 vwo;
- Criteria voor de keuze van ontwikkelscholen.
- Aanpassing ontwikkelbeleid aan ervaringen van voorgaande ontwikkeljaar.

Projectgroep

- Aanleermodule 5 havo en 5 vwo.
- Aanpassing scholingsmateriaal voor nieuwe ontwikkeldocenten.
- Scholings- en uitwisselingsbijeenkomsten ontwikkeldocenten.
- Klankbordbijeenkomsten.
- Afstemming op vernieuwing basisvorming, nieuwe initiatieven en internationale ontwikkelingen.
- Toetsontwikkeling SE 4 havo en 4 vwo.
- Eindredactie modules.
- Startcursus volgscholen.
- Presentaties op conferenties en artikelen in vakbladen.

Netwerken

- Presentatie modules op docentenconferenties.
- Modules voor geheel leerjaar 4 havo en 4 vwo.
- Gidsmodules voor 5 havo en 5 vwo.

Schooljaar 2006-2007

Stuurgroep

- Keuze van modules voor het tweede ontwikkeljaar 5 havo en 5 vwo.
- Keuze van modules voor het eerste ontwikkeljaar 6 vwo.
- Criteria voor de keuze van ontwikkelscholen.
- Aanpassing ontwikkelbeleid aan ervaringen van voorgaande ontwikkeljaar.
- Aanpassing implementatiebeleid aan ervaringen eerste jaar nieuwe programma.

Projectgroep

- Aanleermodule 6 vwo.
- Aanpassing scholingsmateriaal voor nieuwe ontwikkeldocenten.
- Scholings- en uitwisselingsbijeenkomsten ontwikkeldocenten.
- Klankbordbijeenkomsten.

- Afstemming op vernieuwing basisvorming, nieuwe initiatieven en internationale ontwikkelingen.
- Toetsontwikkeling SE en CE 5 havo en SE 5 vwo.
- Eindredactie modulen.
- Aanpassing startcursus aan ervaringen volgscholen.
- Startcursus nieuwe volgscholen.
- Presentaties op conferenties en artikelen in vakbladen.

Netwerken

- Presentatie modulen op docentenconferenties.
- Aanpassing modulen 3 havo en 3 vwo aan ervaringen volgscholen.
- Modulen voor geheel leerjaar 5 havo en 5 vwo.
- Gidsmodulen voor 6 vwo.

Schooljaar 2007–2008

Stuurgroep

- Keuze van modulen voor het tweede ontwikkeljaar 6 vwo.
- Aanpassing ontwikkelbeleid aan ervaringen van voorgaande ontwikkeljaar.
- Aanpassing implementatiebeleid aan ervaringen volgscholen.
- Mobiliseren facilitering uit private sector voor nieuwe modulen.

Projectgroep

- Scholings- en uitwisselingsbijeenkomsten ontwikkeldocenten.
- Klankbordbijeenkomsten.
- Afstemming op vernieuwing basisvorming, nieuwe initiatieven en internationale ontwikkelingen.
- Toetsontwikkeling SE en CE 6 vwo.
- Eindredactie modulen.
- Aanpassing startcursus aan ervaringen volgscholen.
- Startcursus nieuwe volgscholen.
- Presentaties op conferenties en artikelen in vakbladen.

Netwerken

- Presentatie modulen op docentenconferenties.
- Aanpassing modulen 4 havo en 4 vwo aan ervaringen volgscholen.
- Modulen voor geheel leerjaar 6 vwo.

Schooljaar 2008–2009

Stuurgroep

- Aanpassing ontwikkelbeleid m.b.t. nieuwe initiatieven.
- Aanpassing implementatiebeleid aan ervaringen volgscholen.
- Mobiliseren facilitering uit private sector voor nieuwe modulen.

Projectgroep

- Scholings- en uitwisselingsbijeenkomsten ontwikkeldocenten.
- Klankbordbijeenkomsten.
- Afstemming op vernieuwing basisvorming, nieuwe initiatieven en internationale ontwikkelingen.
- Toetsontwikkeling SE en CE 6 vwo.
- Eindredactie modulen.
- Aanpassing startcursus aan ervaringen volgscholen.
- Startcursus nieuwe volgscholen.
- Presentaties op conferenties en artikelen in vakbladen.

Netwerken

- Presentatie modulen op docentenconferenties.
- Aanpassing modulen 5 havo en 5 vwo aan ervaringen volgscholen.
- Modulen voor geheel leerjaar 6 vwo.

Schooljaar 2009–2010

Stuurgroep

- Aanpassing ontwikkelbeleid m.b.t. nieuwe initiatieven.
- Aanpassing implementatiebeleid aan ervaringen volgscholen.
- Mobiliseren facilitering uit private sector voor nieuwe modulen.

Projectgroep

- Klankbordbijeenkomst.
- Afstemming op vernieuwing basisvorming, nieuwe initiatieven en internationale ontwikkelingen.
- Evaluatie toetsontwikkeling.
- Aanpassing startcursus aan ervaringen volgscholen.
- Startcursus nieuwe volgscholen.
- Presentaties op conferenties en artikelen in vakbladen.

Netwerken

- Presentatie modulen op docentenconferenties.
- Aanpassing modulen 6 vwo.

Bijlage 13 Samenwerken aan vernieuwing van scheikundeonderwijs

Bij het tot stand komen van het advies van de Commissie Vernieuwing Scheikundeonderwijs Havo en Vwo werden veel groeperingen en organisaties betrokken. Voor de vervolgstappen in het traject van ontwikkeling en implementatie is het nodig dat deze betrokkenheid door blijft gaan. Hieronder volgt een schets van de rollen die de verschillende actoren daarin kunnen spelen.

Ontwikkeling nieuw examenprogramma

- Eerste werkversie opstellen
- Toetsing en evaluatie ontwikkelen.
- Wettelijk kader voor experimenten bepalen.

Mogelijke initiatiefnemers:

Ministerie van OCenW, Stuurgroep Nieuwe Scheikunde, SLO en Citogroep/CEVO.

Ontwikkeling experimenteel lesmateriaal

- Aanpassen modulen aan nieuw examenprogramma en Nederlandse onderwijsomstandigheden.
- Testen in netwerken van docenten met begeleiding van lerarenopleiders/didactici.
- Materiaal evalueren en verbeteren.
- Kwaliteit bewaken.

Mogelijke initiatiefnemers:

Ministerie van OCenW, stuurgroep Nieuwe Scheikunde, SLO stuurt aan, netwerken van scholen met universiteiten/lerarenopleidingen.

Derdeklasprogramma

- Opstellen leerlijn scheikunde in het voortgezet onderwijs.
- Opstellen adviesprogramma derde klas.
- Afstemmen op leergebied "mens en natuur".
- Afstemmen op verschillende scenario's voor invoering basisvorming.
- Afstemmen op verschillende varianten in schoolkeuzen programma's derde leerjaar.
- Afstemmen op programma's andere natuurwetenschappelijke vakken.

Mogelijke initiatiefnemers:

Ministerie van OCenW, Stuurgroep Nieuwe Scheikunde, Taakgroep Vernieuwing Basisvorming, KNAW.

Internationale afstemming vernieuwing bètaonderwijs

- Uitwisselen en voortbouwen op elkaars werk.

Mogelijke initiatiefnemers:

SLO, onderzoekers en didactici, NVON.

Verbetering afstemming met andere natuurwetenschappelijke vakken

- Aanpassingen programma's in verband met herstructurering Tweede Fase.
- Vernieuwing natuurkunde, wiskunde en eventueel biologie initiëren.
- Vakken op schoolniveau afstemmen.

Mogelijke initiatiefnemers:

Ministerie van OCenW, SLO, KNAW (profielcommissies), NVON en andere veldverenigingen, schoolleiders (prioritering en randvoorwaarden).

Vakinhoudelijke en didactische scholing docenten

- Kennis van eigentijdse scheikunde, innovaties en onderzoeksmethoden ontwikkelen en beschikbaar stellen.
- Vakdidactisch en onderwijskundig repertoire uitbreiden.

Mogelijke initiatiefnemers:

Schoolleiders (prioritering en randvoorwaarden), universiteiten en hogescholen, KNCV en VNCI, KIVI, NIRIA, NVON, lerarenopleiders/didactici en onderwijsverzorgingsinstellingen.

Afstemming vervolgonderwijs

- Aansluiting op voortgezet onderwijs verbeteren/aanpassen.
- Aantrekkelijk beeld bieden van bètaopleidingen.
- Competentieontwikkeling naar het voortgezet onderwijs.
- Coördineren van regionale uitwisseling tussen voortgezet onderwijs enerzijds en hbo en w.o. anderzijds.

Mogelijke initiatiefnemers:

VSNU, universiteiten en hogescholen, docenten Tweede Fase havo en vwo.

Vernieuwing toetsing en evaluatie

- Kwaliteitsborging schoolexamens.
- Instrumenten voor toetsing en evaluatie innoveren.

Mogelijke initiatiefnemers:

Ministerie van OCenW, SLO, Citogroep, CEVO, KNAW, universiteiten en hogescholen.

Uitbouw context-en-conceptbenadering

- Ontwikkelen van een didactische onderbouwing van het context-en-conceptmodel.
- Evaluatie ontwikkelings- en implementatieproces.

Mogelijke initiatiefnemers:

Stuurgroep Nieuwe Scheikunde, consortium van vakdidactici en onderwijskundig onderzoekers, NWO, SLO.

Bevordering toestroom N-profielen en bètavervolgopleidingen

- Doorlopende leerlijn natuurwetenschappelijk onderwijs vanaf eerste jaar primair onderwijs ontwikkelen.
- Aantrekkelijke programma's in de onderbouw voortgezet onderwijs stimuleren.
- Vernieuwing programma's in de Tweede Fase ondersteunen.
- Aantrekkelijk carrièreperspectief na een bètaopleiding bieden.
- Deltaplan bèta en techniek starten.

Mogelijke initiatiefnemers:

Ministerie van EZ, VNO-NCW, VNCI, KNCV, NNV en NIBI, AXIS, universiteiten en hbo-instellingen.

Actuele lesmodulen

- Actuele onderzoeks- en bedrijfsresultaten ontsluiten voor het onderwijs.
- Tot stand brengen van onderwijsvriendelijke publicatievoorlichting.
- Materiaal ontwikkelen met docenten.

Mogelijke initiatiefnemers:

C3, Jet-Net, VNCI, KNCV, KIVI, NIRIA, universiteiten en hogescholen, kennisinstellingen, bedrijven.

Blijvende vernieuwing van natuurwetenschappelijk onderwijs

- ICT-scholing docenten en communicatie uitbouwen.
- Ontwerpvaardigheden docenten uitbouwen.
- Leermiddelen flexibiliseren.
- Betrokkenheid en input genereren van sectoren waarin natuurwetenschappers werkzaam zijn.

Mogelijke initiatiefnemers:

Ministerie van OCenW, de afnemers, ontwikkelnetwerken van scholen, educatieve uitgeverijen, sciencecentra.

Innovatie van (bèta)-onderwijs

- Transdisciplinaire bèta of bètagamma communities of practice doen vormen.
- Formele en informele leeromgevingen koppelen
- E-learning uitbouwen.

Mogelijke initiatiefnemers:

Ministerie van OCenW, sciencecentra, NWO, SLO, universiteiten en hogescholen.

Bijlage 14 Drie voorbeelduitwerkingen

Onderstaande voorbeelduitwerkingen laten zien dat het context-en-conceptmodel voor modules van alle leerjaren en voorbeelden uit binnen- en buitenland bruikbaar is.

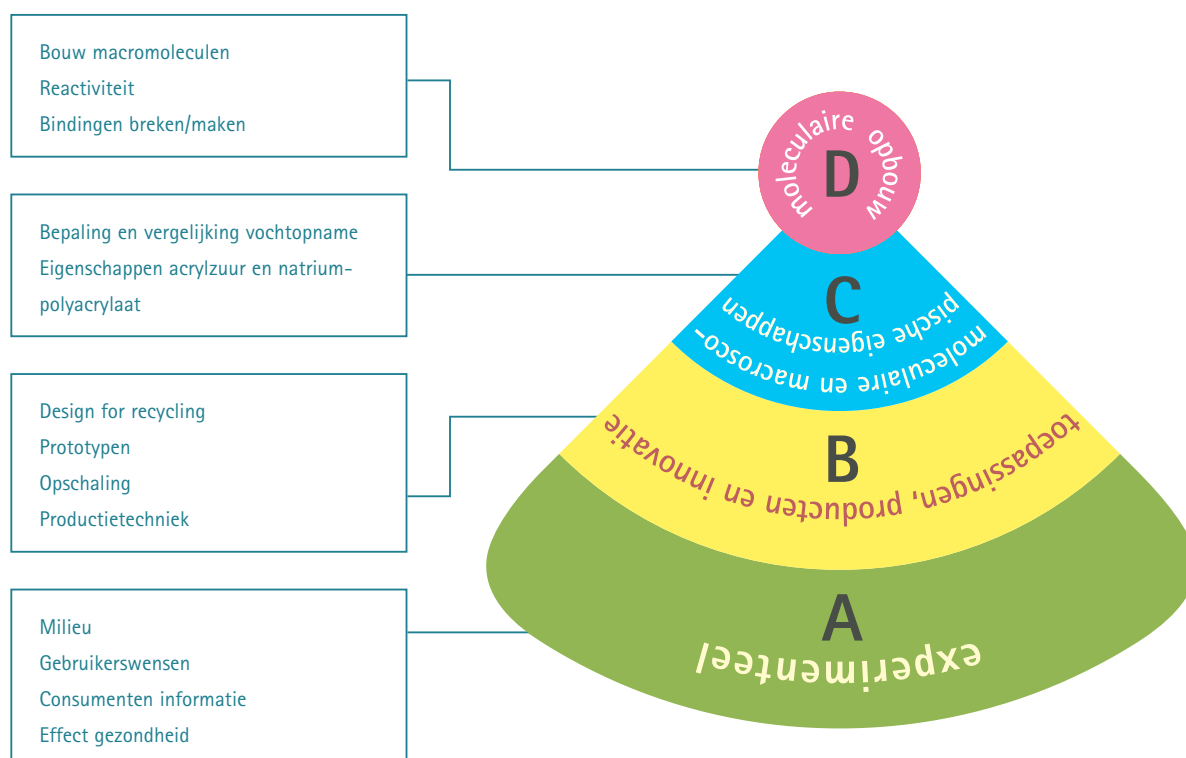
Superslurpers, nu nog beter!

Dit lespakket werd onder de titel "Superslurpers" ontwikkeld door SLO in samenwerking met docenten en uitgebreid door Centrum voor didactiek van de wiskunde en natuurwetenschappen van de Universiteit Utrecht. Het pakket is bestemd voor 4 vwo en 4 havo.

Context: leerlingen assisteren de redactie van een consumentenblad bij het beantwoorden van een consumenten-vraag over superabsorberende luiers.

In deze module zijn de schillen als volgt te onderscheiden:

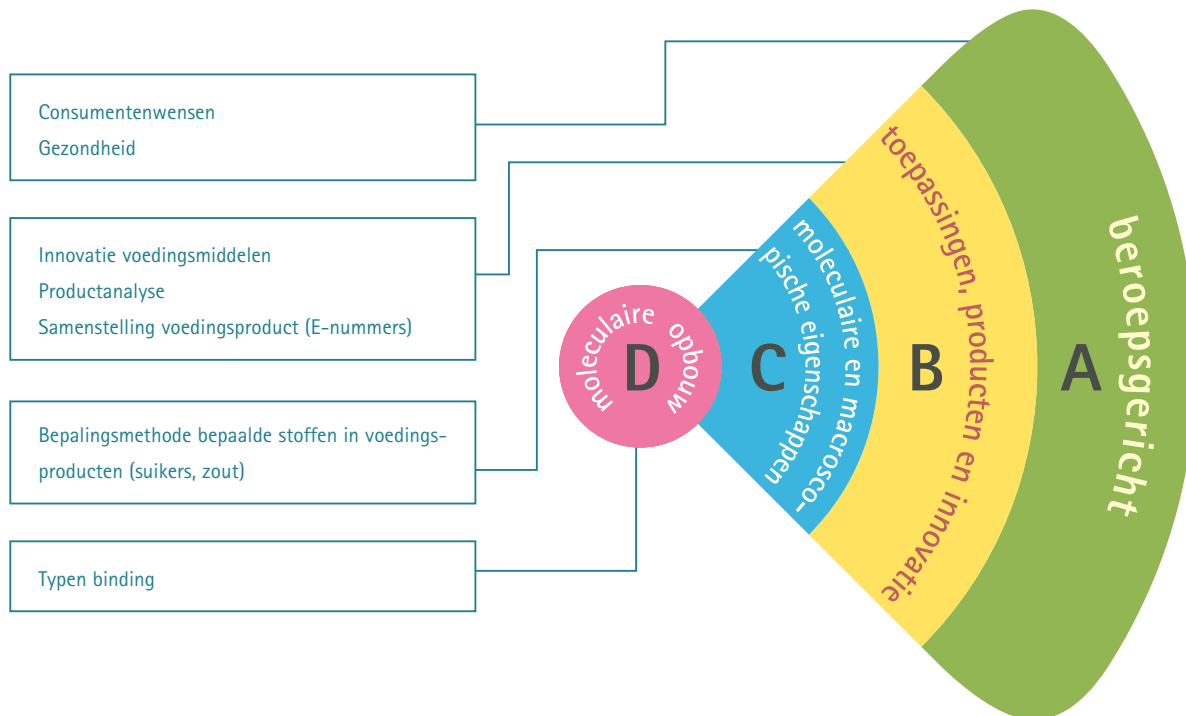
- in schil A contexten vanuit milieu-aspecten, gebruikerswensen, consumenteninformatie en effect op gezondheid;
- schil B contexten in verband met de toepassing in producten onder andere design for recycling, veiligheid, kwaliteitscontrole, prototype, opschaling en productietechniek;
- in schil C als secundair centraal concept een uitwerking van de relatie structuur (micro) en materiaaleigenschappen (macro) in kwalitatieve en kwantitatieve bepalingen van vochtopname en vergelijking van vochtopnemende eigenschappen van acrylzuur (micro) en natrium-polyacrylaat (macro);
- in kern D als primair centraal concept een uitwerking van de opbouw van macromoleculen uit repeterende molecuul-eenheden en daarbij behorende concepten als reactiviteit en bindingen breken en maken.



Pommes Grün-Weiß

Deze lesmodule van het project "Chemie im Kontext" uit Duitsland werd ontwikkeld door Universiteit Oldenburg in samenwerking met docenten. De module is bestemd voor einde basisvorming of derde klas.

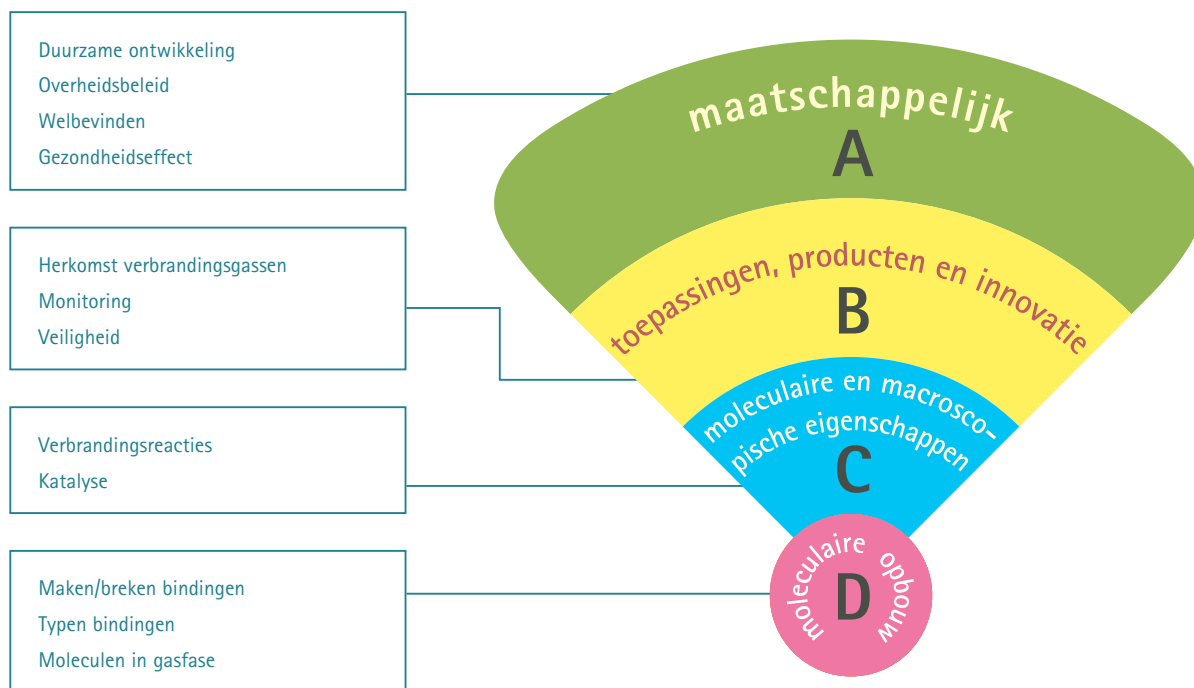
Context: leerlingen assisteren de vader van een klasgenoot, die als chemicus in een levensmiddelenconcern werkt en nieuwe producten moet ontwikkelen. Ze bedenken en maken groene fritessaus en onderzoeken de samenstelling ervan.



Air Quality

Deze context is een onderdeel van de cursus "Science for Public Understanding" voor AS-level in Groot-Brittannië. De cursus is ontwikkeld door University York, Science Education Group, The Nuffield Foundation en Assessment and Qualifications Alliance AQA. De context is bestemd voor 5 havo of 5 vwo.

Context: Leerlingen kijken achter de schermen van bedrijven die luchtkwaliteit meten en monitoren. Ze verkennen de betrouwbaarheid van de meetmethoden en technologische maatregelen ter verbetering van de luchtkwaliteit.



Bijlage 15 Begrippen en afkortingen

21st Century Science, een nieuw scheikundeprogramma voor Key Stage 4 in Groot-Brittannië, www.21stcenturyscience.org.

anw, het voor alle leerlingen verplichte vak Algemene Natuurwetenschappen in het algemeen deel van de Tweede Fase havo en vwo.

AXIS, initiatief gericht op het oplossen van personeelstekorten in bèta/techniek, www.platform-axis.nl

Bachelor-Masterstructuur, een in geheel Europa gelijkvormig systeem voor hoger onderwijsstelsel dat bestaat uit twee fasen: een driejarige bachelorfase en een één- of tweejarige masterfase. De masteropleidingen starten tussen 2002 en 2005.

Basisvorming, het in kerndoelen vastgelegde onderwijs van de eerste drie leerjaren van het voortgezet onderwijs

C3, het Communicatie Centrum Chemie, www.c3.nl

CE of Centrale Examen, het onder verantwoordelijkheid van OCenW ontwikkeld landelijk examen dat gelijktijdig in alle scholen wordt afgenomen.

CEVO, Centrale Examencommissie Vaststelling Opgaven, www.cevo.nl/

ChemCom[®] of Chemistry in the Community, het door American Chemical Society ontwikkeld scheikundeprogramma voor het voortgezet onderwijs in de Verenigde Staten dat gericht is op natuurwetenschappelijke vorming van (toekomstige) burgers. <http://lapeer.org/ChemCom/>

ChIK of Chemie im Kontext, het huidige programma voor ontwikkeling en vernieuwing van het scheikundeonderwijs in Duitsland, www.chik.de.

Citogroep, het Centraal Instituut voor Toetsontwikkeling, www.cito.nl

CMLS of Commissie Modernisering Leerplan

Scheikunde, verantwoordelijk voor het advies voor de modernisering van het scheikundeleerplan vanaf 1968.

Commissie Vernieuwing Scheikunde Havo en Vwo, de door het Ministerie van OCenW ingestelde commissie die een advies uitbrengt over de hoofdbenadering en hoofdlijnen van het nieuwe scheikundeprogramma.

Competentie, de bekwaamheid, kunde en geschiktheid verworven door aanleg en oefening

Concept, een idee of beeld met een algemeen karakter dat is ontleend aan een specifieke gebeurtenis.

Context, een maatschappelijk, experimenteel, theoretisch of beroepsgericht vraagstuk waarin scheikunde een rol speelt.

Context-en-conceptbenadering, het door de Commissie Vernieuwing Scheikunde Havo en Vwo ontwikkeld didactisch model voor de wisselwerking tussen contexten en concepten.

"Continuïteit en vernieuwing", de door het Ministerie van OCenW in januari 2002 gepubliceerde discussienota met voorstellen voor de herstructurering van de Tweede Fase.

Curriculum, onderwijsprogramma van een bepaald vak.

Eindtermen, de in het examenprogramma van elk vak omschreven kennis en vaardigheden aan het eind van de Tweede Fase.

Examenprogramma, de door het Ministerie van OCenW voorgeschreven eindtermen en wijze van examinering van de vakken in het voortgezet onderwijs.

Gecommitteerde, de waarnemer uit het hbo, w.o. of bedrijfsleven die bepaalt of het afgenomen schoolexamen aan de vastgestelde kwaliteitseisen voldoet.

Gidsmodule of aanleermodule, prototype van een vernieuwende module met alle representatieve kenmerken van de vernieuwing.

ICT, alle vormen van informatie- en communicatietechnologie.

Implementatie, het daadwerkelijk onderwijzen en leren volgens het nieuwe onderwijsprogramma.

Jet-Net of Jongeren en Technologie Netwerk

Nederland, een samenwerkingsverband van vijftien partners o.a. vijf grote bedrijven, de overheid, enkele brancheorganisaties en intermediaire organisaties, www.jet-net.nl

Kerndoelen, leerdoelen van de basisvorming
KNAW, Koninklijke Nederlandse Akademie van Wetenschappen ter bevordering van de wetenschapsbeoefening in Nederland, www.knaw.nl

Learning community, docentennetwerk in Duitsland voor het ontwikkelen, testen en evalueren van vernieuwend lesmateriaal dat door deskundigen wordt ondersteund.

Leergebied "mens en natuur", het leergebied in de basisvorming waarin het onderwijs in de vakken techniek, natuur- en scheikunde, verzorging en biologie in een door de school te bepalen variant wordt georganiseerd.

Life science, natuurwetenschappelijk onderzoek naar alle vormen van leven en toepassing van deze kennis in producten en technieken.

M-profielen, de profielen Cultuur & Maatschappij en Economie & Maatschappij in de Tweede Fase van havo en vwo.

Molecular modelling, het met visualisatieprogramma's manipuleren van virtuele moleculen.

Module of lesmodule, onderwijsprogramma voor een samenhangend aantal lessen inclusief een vorm van toetsing en evaluatie van het leerresultaat.

Nanotechnologie, natuurwetenschappelijk onderzoek en ontwikkeling van technologie op nanoschaal.

NETG of Natuur & Gezondheid, het profiel Natuur & Gezondheid in de Tweede Fase van havo en vwo.

NET of Natuur & Techniek, het profiel Natuur & Techniek in de Tweede Fase van havo en vwo.

N-profielen, de profielen Natuur & Gezondheid en Natuur & Techniek in de Tweede Fase van havo en vwo.

NVON, de Nederlandse Vereniging voor het Onderwijs in de Natuurwetenschappen, www.nvon.nl

OCenW, het ministerie van Onderwijs, Cultuur en Wetenschappen.

Profielcommissie, een door OCenW in te stellen commissie die advies geeft over de samenstelling en samenhang van de verplichte vakken van de profielen en de aansluiting op het vervolgonderwijs.

Profielvakken, de in het profieldeel opgenomen verplichte vakken.

PTA of Programma van Toetsing en Afsluiting, de door de school op te stellen beschrijving van het schoolexamen van elk vak en de wijze van afnemen.

PW of Profielwerkstuk, zelfstandig uit te voeren ontwerp of onderzoek als verplicht onderdeel van het havo- en vwo-examen.

"Ruimte laten en keuzes bieden in de Tweede Fase havo en vwo", de door OCenW in januari 2003 gepubliceerde discussienota met aangepaste voorstellen voor de herstructurering van de tweede fase

Salter's Advanced Chemistry, de innovatieve scheikunde cursus voor studenten van het A-level in Groot-Brittannië, www.york.ac.uk/org/seg/salters/chemistry

Science for Public Understanding, de cursus voor het A-level in Groot-Brittannië gericht op een verkenning van de 'nature of science' en reflectie op de impact van natuurwetenschappen op de maatschappij, www.scpub.org

SE of Schoolexamen, het onder verantwoordelijk van de school ontwikkelde examen (of deexamens) dat op een door de school te bepalen wijze en tijdstip wordt afgenomen.

SLO of Stichting Leerplanontwikkeling, nationaal instituut voor leerplanontwikkeling voor alle vakken en vormen van onderwijs, www.slo.nl/scheikunde

Studielastuur, door de leerling geleverde inspanning voor een schoolvak van één klokuur.

Stuurgroep Nieuwe Scheikunde, de door het Ministerie van OCenW in te stellen commissie voor het opstellen van een experimenteel examenprogramma en de coördinatie en kwaliteitsbewaking van het ontwikkelproces.

Taakgroep Vernieuwing Basisvorming, de door OCenW ingestelde taakgroep ter voorbereiding van de kerndoelen voor de vernieuwde basisvorming. www.vernieuwingbasisvorming.nl

TOA of Technisch Onderwijs Assistent, assisteert docenten en leerlingen op technisch gebied bij het voorbereiden en uitvoeren van natuurwetenschappelijke experimenten in het onderwijs.

Tweede Fase, de laatste twee leerjaren van het havo en de laatste drie leerjaren van het vwo, www.tweedefase-loket.nl

Verkenningcommissie Scheikunde, de door het Ministerie van OCenW ingestelde commissie ter voorbereiding van de taak en werkwijze van de Commissie Vernieuwing Scheikundeonderwijs Havo en Vwo. Het rapport "Bouwen aan Scheikunde" is te downloaden op www.slo.nl/scheikunde.

Werkconferentie, de door de commissie georganiseerde werkconferenties met een groot aantal docenten en andere deskundigen. Zie voor verslagen van de conferenties www.nvon.nl/scheik/index.htm onder Nieuw Programma.

Bijlage 16 Chemie in beelden

Meervoudig intelligent

"Eén beeld zegt meer dan duizend woorden", luidt een Chinees gezegde. Afbeeldingen en animaties leveren een prominente bijdrage aan het leren en onderwijzen van scheikunde. De huidige scheikunde spreekt vooral de logisch-mathematische intelligentie aan, nodig voor het abstracte denken. Maar ieder mens is meervoudig intelligent. Beelden spreken de visueel-ruimtelijke intelligentie aan en zijn nodig voor het verwerven van inzicht in de kernconcepten. Modellen van de bouwstenen van materie vormen daarvoor de basis. Jonge mensen van nu zijn veel visueler ingesteld dan die van vorige generaties. Daar moet de nieuwe scheikunde op inspelen. De gebruikte afbeeldingen vormen daartoe een aanzet.

Achtergrond voor- en achterpagina

Hydrochinon-kristallen, Microscopic Science Art. Loes Modderman, www.scienceart.nl.

Voorpagina van rechts naar links

- Education in Chemistry, volume 40 nummer 2, maart 2003, The Royal Society of Chemistry. Jeremy Bishop SPL. Vulkanische uitbarsting als theoretische context over natuurlijke organohalogenen.
- Textielmuseum Gronau. Synthetische vezels in maatschappelijke context.
- Ernst Bos. Economische belang van de chemische industrie voor 'BV Nederland' als maatschappelijke context.
- www.geocities.com/asdut2002/FOXP2.html. De werking van het menselijk brein als grootste uitdaging voor de toekomst als maatschappelijke context.

Pagina 6: Wellcome News, issue 34 Q1 2003, Wellcome Trust. Nieuwe technieken voor DNA-fingerprinting als experimentele context.

Pagina 7: zie toelichting voorpagina.

Pagina 8: ChemMatters, volume 20 nummer 4, december 2002, American Chemical Society. Chris Henze en Bryan Green, www.nas.nasa.gov. Computerbeeld van nanotubes uit eiwitten als beroepsgerichte context.

Pagina 9: sculptuur uit textiel, Adolf. W. Knüppel, Münster. Guus Wageman. Synthetische vezels als beroepsgerichte context.

Pagina 10: Kuzien, nummer 74, maart 2003, Katholieke Universiteit Nijmegen. Erik van 't Hullenaar. Onderzoek in het High Field Magnet Laboratory als experimentele context.

Pagina 11: Textielmuseum Gronau. Guus Wageman. Nieuwe materialen als maatschappelijke context.

Pagina 12: www.goletapres.org/gpcmain/youth/youthministry.htm. Nieuwe materialen voor betere sportprestaties als theoretische context.

Pagina 13: Natuur & Techniek, 71e jaargang nummer 4, april 2003. Erika Heil, Art for BioMed. Visualisatie van pipet en ionenkanaal in membraan bij theoretische context.

Pagina 14: CAVE TM SARA Reken- en Netwerkdiensten, www.sara.nl. Rol van 'Virtual Reality' bij het ontwerpen van nieuwe medicijnen als theoretische context.

Pagina 15: Technisch Weekblad, jaargang 34 nummer, 16 april 2003. Randy Montoya/SNL. Materialen voor kernfusieonderzoek als interdisciplinaire context.

Pagina 16: Education in Chemistry, volume 40 nummer 1, januari 2003, The Royal Society of Chemistry. Zoektocht naar elementen in de aardbodem als interdisciplinaire context.

Achterpagina van links naar rechts

- AZ to British Medicines Research, derde editie, mei 2002, www.abpi.org.uk. Visualisatie van haemaglutinine-moleculen (blauw) en neuraminidase-moleculen (rood) in het influenzavirus als maatschappelijke context.
- Wellcome News, Issue 33 Q4 2002, Wellcome Trust. Eiwitmodel als hulpmiddel bij onderzoek naar oorzaak van darmstoornissen als maatschappelijke context.
- ChemMatters, volume 20 nummer 4, december 2002, American Chemical Society. Cobalt-atomen onder scanning tunneling microscoop als interdisciplinaire experimentele context.

De SLO heeft bij het achterhalen en voldoen van de rechten op illustratie de grootst mogelijke zorgvuldigheid betracht. Mochten er desondanks personen of instanties zijn die rechten menen te kunnen doen gelden op illustraties in deze uitgave, dan wordt hen verzocht zich in verbinding te stellen met de SLO.

Besteladres

SLO, Stichting Leerplanontwikkeling
Afdeling Verkoop
Postbus 2041, 7500 CA Enschede
Telefoon: (053) 4840 305
Internet: <http://catalogus.slo.nl>
E-mail: verkoop@slo.nl

AN 4.129.8374
isbn 90 329 2124 x

