

SONaTe in lesmateriaal

Een analyse van geïntegreerd lesmateriaal

M.P. van Engelen, K.Th. Boersma & H.M.C. Eijkelhof

Druk: DHV Drukkers, Nijmegen

mei 2003

Auteurs:

M.P. van Engelen

K.Th. Boersma

H.M.C. Eijkelhof

In opdracht van:

Stichting Axis

Postbus 5105

2600 GC Delft

tel (015) 219 14 61

fax (015) 219 14 84

info@kennisbanktechniek.nl

www.kennisbanktechniek.nl

ISBN: 90-5861-024-1

Inhoudsopgave

Voorwoord	5
1. Inleiding	7
2. Conceptueel kader	9
2.1 Conceptualisering van geïntegreerd lesmateriaal	9
2.2 Eénvakkige en meervakkige componenten van lesmateriaal	9
2.3 Benaderingen van vakkenintegratie	12
2.4 Vormen van vakkenintegratie	13
3. Onderzoeksopzet	15
3.1 Onderzoeksvragen	15
3.2 Analysemethode	15
3.3 Selectie van lesmateriaal	16
4. Geïntegreerd lesmateriaal op hoofdstukniveau	21
4.1 Inleiding	21
4.2 Voorbeelden van vakkenintegratie in hoofdstukken	22
5. Geïntegreerd lesmateriaal op paragraafniveau	25
5.1 Inleiding	25
5.2 Eénvakkige paragrafen met een ander vak als disciplinaire aanleercontext	26
5.3 Eénvakkige paragrafen met een ander vak als disciplinaire toepassingscontext	31
5.4 Meervakkige paragrafen	34
6. Zichtbaarheid van vakken	45
6.1 Zichtbaarheid van vakken in hoofdstukken	45
6.2 Zichtbaarheid van vakken in paragrafen	47
7. Conclusies en aanbevelingen	49
Procedure voor ontwikkeling van een geïntegreerde leergang natuur en techniek	52
Literatuur	53
Lesmateriaal	55

Voorwoord

Axis is opgericht om de instroom in bèta/technische opleidingen en beroepen op alle niveau's te vergroten. Vanuit deze opdracht zet Axis zich in voor een versterking van de waardering voor praktische/technische vaardigheden in het primair onderwijs, betere keuzeprocessen in het beroepsonderwijs met -via herontwerp- meer nadruk op interdisciplinaire competenties in het techniekonderwijs en verbetering van de doorstroming en intake bij de arbeidsmarktintrede.

Ook in het voortgezet onderwijs is het zaak de keuzeprocessen van jongeren beter te ondersteunen. Uit onderzoek van Axis blijkt dat bij de keuze voor vervolgonderwijs veel jongeren die wél een potentieel voor bèta/techniek hebben, afhaken omdat ze een zeer smal beeld ervan hebben. Ze hebben met name het beeld dat bèta/techniek opleidt tot onderzoeker of voor maakberoepen. Dit terwijl bèta/techniek meer en meer verbonden is met sectoren als gezondheidszorg of handel.

Dit beeld kan gecorrigeerd worden door jongeren te laten kennismaken met samenhangende maatschappelijk relevante vraagstukken en dilemma's. Door het onderwijs op deze wijze meer aan te laten sluiten op de leerervaringen die jongeren buitenschools hebben, zijn naar onze mening meer jongeren te trekken voor bèta/techniek. Op basis van zo'n oriëntatie kunnen zij vervolgens ook een meer gefundeerde keuze maken (breed of smal) voor vervolgonderwijs en zien zij beter dat bèta/techniekcompetenties in vele contexten, en niet alleen in de traditionele harde bèta/techniek, vereist zijn.

Vanuit deze visie heeft Axis gezocht naar manieren om het onderwijs in de exacte vakken anders aan te bieden. In oktober 2001 verscheen reeds "Ruimte voor SONaTe", waarin de in de basisvorming in Nederland naar voorbeelden voor samenhangend onderwijs werd gezocht. De publicatie "SONaTe in het studiehuis" volgde in november 2002.

Nu richten we onze blik over de grenzen: hoe wordt in het buitenland gewerkt met samenhang van de exacte vakken in het voortgezet onderwijs? De publicatie "SONaTe in het buitenland" is reeds gepubliceerd, waarin in het buitenland naar samenhang wordt gezocht van de exacte vakken. Wij hopen dat dit rapport inzicht biedt in hoe er in binnen- en buitenland reeds gebruik wordt gemaakt van geïntegreerd lesmateriaal.

Willem van Oosterom
directeur Axis

1. Inleiding

Sinds de invoering van de basisvorming in 1993 krijgen leerlingen les in minimaal 15 vakken, waaronder natuur- en scheikunde, biologie, techniek en verzorging. In 1999 werd door de Inspectie van het Onderwijs (1999) de evaluatie van de basisvorming gepubliceerd. Daaruit bleek dat de kwaliteit van het onderwijsaanbod niet in alle opzichten aan de gestelde eisen voldeed. Leerlingen vinden het onderwijsaanbod, door het grote aantal vakken dat ze krijgen, vaak onsamenhangend en versnipperd.

Als de inhoudelijke samenhang tussen de vakken in het onderwijsaanbod systematisch wordt uitgewerkt, zullen leerlingen het vanzelfsprekend vinden dat wat ze in het ene vak leren in een ander vak toepassen. Samenhangende kennis kan wendbaarder worden gebruikt dan kennis die alleen benut kan worden binnen de grenzen van het schoolvak. Als de inhoudelijke samenhang niet in het onderwijsaanbod wordt uitgewerkt, is de kans groot dat leerlingen de inhoudelijke samenhang niet doorzien en dat systeemscheiding optreedt (Van Parreren, 1990).

De inhoudelijke samenhang tussen vakken wordt overigens lang niet alleen bepaald door het disciplinaire karakter van de vakken zelf, maar ook door maatschappelijke thema's waaraan vanuit meerdere disciplines een relevante bijdrage kan worden geleverd. Onze samenleving en de problemen die zich daarin voordoen zijn niet disciplinair van aard, zodat het voor de hand ligt om aan een thema, als het aan de orde wordt gesteld, bijdragen vanuit verschillende vakken te leveren. Met samenhangend onderwijs kunnen leerlingen dan ook een beter beeld van de wereld krijgen dan met onderwijs vanuit gescheiden vakken.

Dat de Onderwijsinspectie pleit voor de ontwikkeling van meer samenhangend onderwijs is dan ook op goede gronden gebaseerd. Een van de manieren waarop de versnippering kan worden beperkt en de samenhang kan worden vergroot, is de clustering van een aantal vakken in een leergebied. Zo is onder meer voorgesteld om voor de natuur- en techniekvakken een leergebied science te ontwikkelen (Onderwijsraad, 2001), dat zou kunnen bestaan uit de vakken biologie, natuur- en scheikunde, techniek en verzorging. De inrichting van een leergebied science biedt beter dan thans het geval is de mogelijkheid om samenhangend natuur- en techniekonderwijs uit te werken.

Het project Samenhangend Onderwijs in Natuur en Techniek (SONaTe) richt zich op de ontwikkeling van samenhangend natuur- en techniekonderwijs. Het project is een initiatief van de Stichting Axis, het Centrum voor Didactiek van Wiskunde en Natuurwetenschappen (CDB) en de Stichting voor Leerplanontwikkeling (SLO). Het is ontstaan na een door Axis georganiseerde brainstormsessie naar aanleiding van een inleidend paper (Eijkelhof, 1999). De deelnemers pleitten voor de ontwikkeling van samenhangend natuur- en techniekonderwijs en waren van mening dat het niet van bovenaf moet worden opgelegd.

Het SONaTe project wil samenhangend natuur- en techniekonderwijs niet ontwikkelen door de ontwikkeling van een volledige leergang, waarin specifieke inhoudelijke en didactische keuzen worden gemaakt. Uitgangspunt is dat scholen samenhangend onderwijs in natuur en techniek zelf ontwikkelen vanuit het onderwijs dat thans wordt gegeven, daarbij gebruikmakend van beschikbaar lesmateriaal en ondersteund door suggesties die onder meer vanuit het project worden geboden. Voor het project is het

daarom van belang om curricula die elders, ook in het buitenland, zijn ontwikkeld, te analyseren en de resultaten daarvan ter beschikking te stellen.

Tot op heden hebben deelprojecten van SONaTe zich gericht op het in kaart brengen van good practice ervaringen met samenhangend natuur- en techniekonderwijs in de basisvorming (Geraedts et al., 2001) en in de tweede fase (Zegers et al., 2002). Het deelproject waarover hier wordt gerapporteerd, richt zich op de analyse van curricula in binnen- en buitenland om betrokkenen in Nederland te wijzen op mogelijkheden en knelpunten. Eén van de onderwerpen is een analyse van bestaand geïntegreerd lesmateriaal voor natuur en techniek uit binnen- en buitenland. De hier gepresenteerde resultaten van analyse kunnen met name van belang zijn bij de ontwikkeling van leermiddelen die scholen bij hun samenhangend onderwijs in natuur en techniek kunnen ondersteunen. Gezien wat beoogd wordt, richt de analyse zich vooral op identificatie van verschillende vormen van geïntegreerd lesmateriaal.

In dit rapport wordt besproken op welke manier vakkenintegratie in leergangen voor natuur en techniek is uitgewerkt. Om verschillende vormen van geïntegreerd lesmateriaal te onderscheiden wordt in hoofdstuk 2 eerst een conceptueel kader gepresenteerd; daarbij wordt onder meer een onderscheid gemaakt tussen vakkenintegratie op het niveau van hoofdstukken en op het niveau van paragrafen. Daarna worden in hoofdstuk 3 de onderzoeksvragen, de analysemethode en het geselecteerde lesmateriaal besproken. De manier van vakkenintegratie op het niveau van hoofdstukken en paragrafen komen respectievelijk aan de orde in de hoofdstukken 4 en 5. Hoofdstuk 6 gaat in op de vraag in hoeverre de afzonderlijke vakken zichtbaar zijn in de geselecteerde leergangen. In hoofdstuk 7 worden tot slot conclusies getrokken en worden enkele aanbevelingen geformuleerd.

2. Conceptueel kader

2.1 Conceptualisering van geïntegreerd lesmateriaal

Het onderzoek waarover hier wordt gerapporteerd, heeft betrekking op de wijzen waarop vakkenintegratie in leergangen voor natuur en techniek voor leerlingen in de onderbouw van het voortgezet onderwijs is uitgewerkt. In deze leergangen wordt de vakinhoud voor biologie en natuur- en scheikunde en eventueel techniek en/of verzorging geïntegreerd aangeboden.

Om verschillende typen geïntegreerd lesmateriaal te kunnen onderscheiden, is het noodzakelijk zowel te beschikken over een nadere definiëring van geïntegreerd lesmateriaal als over een nadere conceptualisering. Geconstateerd moet worden dat er in de literatuur geen overeenstemming bestaat over wat we onder vakkenintegratie moeten verstaan (Czerniak et al, 1999; Huntley, 1998; Hurley, 2001), ondanks pogingen daartoe (Berlin & White, 1992; Davidson et al., 1995). Bovendien moeten we constateren dat de breedte en/of scherpheid van de conceptualisering in de literatuur te wensen over laat. Een aspect waar veelvuldig op gewezen wordt is de mate van vakkenintegratie. Daarbij wordt gebruik gemaakt van een continuüm, waarbij de afzonderlijke vakken op de uiteinden staan (Huntley, 1998; Lonning & DeFranco 1997). Boersma & De Kievit (1989) ontwikkelden voor hun analyse van geïntegreerde lespakketten een methode om de mate van vakkenintegratie te berekenen. Door de mate van vakkenintegratie te bepalen, kan een onderscheid gemaakt worden tussen die gevallen waarin beide vakken even zwaar wegen en die gevallen waarin één van beide vakken de overhand heeft. De vraag is echter of de verschillende aspecten van integratie hiermee wel voldoende van elkaar onderscheiden zijn om verschillende typen vakkenintegratie te kunnen beschrijven (Hurley, 2001). Een veel gedifferentieerder onderscheid is mogelijk met behulp van het zogenaamde *Berlin-White Integrated Science and Mathematics Model* (Berlin & White, 1994). In dat model worden zes dimensies onderscheiden waarop vakkenintegratie tot uitdrukking zou moeten kunnen komen: manieren van leren, manieren van kennen, vaardigheden, inhoud, attitudes en didactiek. De in dat model gehanteerde omschrijvingen zijn echter erg onscherp en niet te gebruiken bij analyse van geïntegreerd lesmateriaal. Wat dat betreft, vinden we meer houvast bij de eerdere analyses van Boersma & De Kievit (1989). Zij analyseerden geïntegreerd lesmateriaal niet alleen op de mate van integratie, maar ook op het voorkomen van typen geïntegreerde sequenties van thema's en op de door Häussler (1973) onderscheiden didactische benaderingen.

In aansluiting op eerder genoemde conceptualisering en analyses, en rekening houdend met de beperkingen daarvan, is in het voorliggende onderzoek eerst vastgesteld welke componenten van het lesmateriaal nu één- of meervakkig zijn. Vervolgens is een onderscheid gemaakt tussen een drietal didactische benaderingen van vakkenintegratie en zijn twee typen geïntegreerde structuren onderscheiden.

2.2 Eénvakkige en meervakkige componenten van lesmateriaal

Als we er van uitgaan dat een leergang uit een aantal hoofdstukken (of thema's) bestaat en dat daarin weer paragrafen kunnen worden onderscheiden, kan op het niveau van de leergang, het hoofdstuk en de paragraaf sprake zijn van leerstof die éénvakkig is of tot meerdere schoolvakken behoort (zie tabel 1). In principe zijn verschillende combinaties mogelijk, al zullen niet alle combinatiemogelijkheden voorkomen. Een combinatie die we

zouden kunnen verwachten, is een meervakkige leergang met éénavkigige hoofdstukken en paragrafen. Evengoed is echter denkbaar dat de leergang en sommige hoofdstukken meervakkig zijn, en dat sommige paragrafen éénavkigig zijn.

	Meervakkig	Eénavkig
Leergang		
Hoofdstuk		
Paragraaf		

Tabel 1. Eénavkigige en meervakkigige componenten van lesmateriaal.

In deze studie perken we wat we onder geïntegreerd lesmateriaal verstaan in tot lesmateriaal waarin op het niveau van het hoofdstuk sprake is van meervakkigheid. Voor de geselecteerde hoofdstukken is dan ook zowel op het niveau van het hoofdstuk als op het niveau van de paragrafen vastgesteld welk vak of vakken aan de orde komen.

Bovenstaande redenering leidt tot een aangescherpte omschrijving van geïntegreerd lesmateriaal voor natuur en techniek. Daaronder verstaan we:
leerlingenmateriaal van meervakkigige hoofdstukken uit leergangen, waarvan de paragrafen één- of meervakkig zijn en waarmee leerlingen doelstellingen kunnen realiseren die tot twee of meer van de schoolvakken biologie, natuurkunde, scheikunde, techniek en verzorging behoren.

Voor de schoolvakken biologie, natuurkunde en scheikunde is het in de meeste gevallen niet moeilijk vast te stellen of het gaat om doelstellingen die tot deze vakken behoren, omdat deze vakken gerelateerd zijn aan wetenschappelijke disciplines. Voor techniek en met name voor verzorging ligt dat niet altijd zo eenvoudig, omdat van die domeinen de disciplinaire begrenzing minder eenduidig is. Het is dan ook juister te spreken over *meervakkigheid* en niet over *multidisciplinariteit*.

Om vast te kunnen stellen of doelstellingen aan de orde komen die tot de vakken techniek of verzorging behoren, is getoetst of het daarin genoemde onderwerp in de regelgeving wordt genoemd of niet. Dat betekent dat in lesmateriaal een technisch of verzorgingskundig onderwerp aan de orde kan komen dat niet tot de vakken techniek of verzorging behoort.

Technische of verzorgingskundige onderwerpen die aan de orde komen, zonder dat daar vakdoelstellingen mee worden gerealiseerd, fungeren in veel gevallen als context waarmee één of meer van de andere vakken worden verbonden. In principe kan dan ook sprake zijn van vakcontexten die tot een ander vak toegerekend kunnen worden dan het vak of vakken waar het in het betreffende geval om gaat (zie ook Huntley, 1998). Als we contexten willen onderscheiden die tot andere vakken behoren, is het zinvol een onderscheid te maken tussen aanleercontexten en toepassingscontexten (De Kievit & Hondebrink, 1987). Lang niet in alle gevallen zullen contexten overigens disciplinair van aard zijn; ook aan de omgeving kunnen contexten ontleend worden.

Op grond van bovenstaande overwegingen zijn voor de analyse op hoofdstukniveau en op het niveau van de paragrafen (tabel 1), zowel ten aanzien van éénavkigheid als meervakkigheid categorieën onderscheiden waarin tot uitdrukking komt of gebruik gemaakt wordt van disciplinaire aanleer- en/of toepassingscontexten. De categorieën zijn weergegeven in tabel 2.

Categorieën 1.1 tot en met 1.4 worden op het niveau van het hoofdstuk niet gescoord, omdat een éénavkig hoofdstuk niet voor analyse wordt geselecteerd. Op het niveau van de paragraaf is dat echter wel degelijk mogelijk omdat sommige paragrafen éénavkig en andere meervakkig kunnen zijn. Als we van de hierboven gegeven definitie van geïntegreerd lesmateriaal uitgaan, zouden we alleen die hoofdstukken en paragrafen als geïntegreerd moeten betitelen waarin sprake is van meervakkigheid (de categorieën 2.1 t/m 2.4). Omdat echter ook de categorieën 1.2 t/m 1.4 laten zien hoe vakken met elkaar in relatie kunnen staan, zijn daar ook voorbeelden van gezocht.

	Eén-/meervakkig	Disciplinaire aanleercontext (CA)	Disciplinaire toepassingscontext (CT)
1.1	Eénavkig	Afwezig of behoort tot hetzelfde vak	Afwezig of behoort tot hetzelfde vak
1.2	Eénavkig	Behoort tot een ander vak	Afwezig of behoort tot hetzelfde vak
1.3	Eénavkig	Afwezig of behoort tot hetzelfde vak	Behoort tot een ander vak
1.4	Eénavkig	Behoort tot een ander vak	Behoort tot een ander vak
2.1	Meervakkig	Afwezig of behoort tot dezelfde vakken	Afwezig of behoort tot dezelfde vakken
2.2	Meervakkig	Behoort tot een ander vak	Afwezig of behoort tot dezelfde vakken
2.3	Meervakkig	Afwezig of behoort tot dezelfde vakken	Behoort tot een ander vak
2.4	Meervakkig	Behoort tot een ander vak	Behoort tot een ander vak

Tabel 2. Categorieën om te bepalen welke vakken op hoofdstuk- en paragraafniveau voorkomen.

2.3 Benaderingen van vakkenintegratie

Van cruciaal belang is uiteraard om vast te stellen wat er nu wordt geïntegreerd en vanuit wat voor benadering een geïntegreerd hoofdstuk of paragraaf wordt opgebouwd. Als het gaat om de vraag waar integratie zich op richt, kan een onderscheid gemaakt worden tussen de gangbare typen doelstellingen (kennis, vaardigheden en eventueel attitudes) die leerlingen dienen te verwerven en de didactiek (Berlin & White, 1994; Geraedts et al., 2001).

Als we proberen vast te stellen vanuit welke benadering de integratie wordt uitgewerkt, zijn de door Häussler (1973) omschreven didactische concepten van belang. Hij onderscheidt vijf concepten die ontleend zijn aan de aard van de natuurwetenschappen zelf en vijf concepten die daar niet aan ontleend zijn. De concepten zijn weergegeven in tabel 3.

	Concepten	Uitgegaan wordt van
<i>A</i>	<i>Aan de aard van de natuurwetenschappen ontleende concepten</i>	
1	Conceptgerichte aanpak	Vakoverstijgende begrippen (energie, voeding)
2	Procesgerichte aanpak	Natuurwetenschappelijke werkwijzen (empirische cyclus)
3	Concept-/procesgerichte aanpak	Een combinatie van beide vorige concepten
4	Cybernetische aanpak	Cybernetische begrippen (systeem, regelkring)
5	Theoriegerichte aanpak	Interdisciplinaire theorie (fasenleer)
<i>B</i>	<i>Niet aan de aard van de natuurwetenschappen ontleende concepten</i>	
1	Objectgerichte aanpak	Objecten (weer, water)
2	Probleemgerichte aanpak	Maatschappelijk probleem (verslaving, milieu)
3	Omgevingsgerichte aanpak	Omgeving van de leerling (schoolplein, de buurt)
4	Toepassingsgerichte aanpak	Technische toepassing (televisie, antibiotica)
5	Leerling-gerichte aanpak	Cognitieve structuren (verhoudingen, variabelen)

Tabel 3. Didactische concepten van vakkenintegratie naar Häussler (1973).

Boersma en De Kievit (1989) analyseerden geïntegreerd lesmateriaal op het voorkomen van deze concepten en vonden dat daarin vooral uitgaan wordt van een objectgerichte aanpak en dat soms een conceptgerichte aanpak werd gehanteerd, vaak in combinatie met een procesgerichte aanpak. Bij nadere beschouwing is het dan ook de vraag of de didactische concepten van Häussler wel eenduidig in lesmateriaal herkend kunnen worden en of ze niet in een beperkter aantal beter te operationaliseren benaderingen kunnen worden gerubriceerd. Bij nadere beschouwing kunnen de didactische concepten voor het merendeel gerangschikt worden onder een *conceptuele benadering*, een *thematische benadering* en een *vaardigheidsbenadering*. Tabel 4 omvat een korte omschrijving van deze drie benaderingen en de didactische concepten van Häussler die daarmee corresponderen. De concept-/procesgerichte aanpak (A.3) van Häussler kan niet bij één van de drie benaderingen worden ondergebracht, omdat het daarbij om een combinatie van twee andere concepten gaat. De leerling gerichte aanpak (B.5) is buiten beschouwing gelaten, omdat daarbij het referentiepunt niet gelegd wordt bij wat geleerd moet worden, maar bij de lerende.

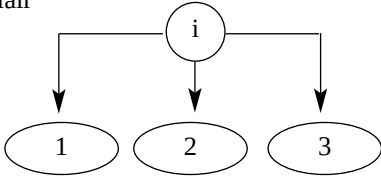
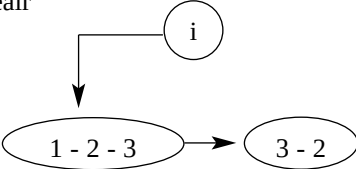
	Benadering	Vakkenintegratie op grond van	Didactische concepten van Häussler (1973)
A	Conceptuele benadering	Vakoverstijgende of multidisciplinaire begrippen (energie, regelkring)	A.1 conceptgerichte aanpak A.4 cybernetische aanpak A.5 theoriegerichte aanpak
B	Thematische benadering	Aan (maatschappelijke) werkelijkheid of omgeving ontleende thema's (milieu, televisie)	B.1 objectgerichte aanpak B.2 probleemgerichte aanpak B.3 omgevingsgerichte aanpak B.4 toepassingsgerichte aanpak
C	Vaardigheids-benadering	Vakoverstijgende of algemene vaardigheden (experimenteren, grafieken maken)	A.2 procesgerichte aanpak

Tabel 4. Benaderingen van vakkenintegratie, gehanteerd bij de analyse van geïntegreerd lesmateriaal.

2.4 Vormen van vakkenintegratie

Het is uiteraard ook van belang om vast te kunnen stellen hoe geïntegreerde hoofdstukken en paragrafen zijn gestructureerd. In principe kunnen twee wijzen van structureren onderscheiden worden. In de eerste plaats is het mogelijk dat de grenzen van de paragrafen of subparagrafen samenvallen met bijdragen die vanuit de verschillende vakken worden geleverd. Daarnaast is het ook mogelijk dat de grenzen tussen vakbijdragen en structuur niet samenvallen en dat er een (meer) doorlopend betoog of leerlijn wordt uitgewerkt. De eerste vorm van vakkenintegratie is onder meer door Annink, Greven & Van Vliet (1984) aangeduid als *multiperspectivisch*; dat wil zeggen dat een bepaald concept of thema vanuit meerdere vakgebonden perspectieven wordt uitgewerkt. Boersma & De Kievit (1989) onderscheidden vijf typen vakkenintegratie. Die vijf typen zijn gebaseerd op drie typen begrippen, die eventueel in combinatie met elkaar kunnen voorkomen (theoretische, concrete en contextbegrippen) en twee typen structuren (radiaire en lineaire structuren).

Omdat de twee typen structuren descriptief zijn en de bepaling van de aard van de begrippen om een veel uitvoeriger analyse vraagt, is bij de analyse van voorbeelden van geïntegreerd lesmateriaal volstaan met het vaststellen of sprake is van een *radiaire structuur* of een *lineaire structuur*. In tabel 5 is een korte omschrijving van deze twee typen structuren opgenomen.

a	Vorm Radiair 	Omschrijving Het hoofdstuk (of paragraaf) is (na een inleiding) uitgewerkt in éénavakkige paragrafen (of subparagrafen) die tot verschillende vakken behoren.
b	Lineair 	Het hoofdstuk (of paragraaf) is (na een inleiding) uitgewerkt in meervakkige paragrafen (of subparagrafen) waarin het betoog of de leerlijn niet éénavakkig is uitgewerkt.

Tabel 5. Vormen van vakkenintegratie (naar Boersma & De Kievit, 1989), op het niveau van het hoofdstuk en op het niveau van de paragraaf (i = inleiding; 1, 2 en 3 = vak 1, 2 en 3).

3. Onderzoeksopzet

In aansluiting op het vorige hoofdstuk wordt hier achtereenvolgens beschreven welke onderzoeksvragen door de analyse van geïntegreerd lesmateriaal voor natuur en techniek zijn beantwoord (3.1) en welke analysemethode daarbij gehanteerd is (3.2). Tot slot wordt hier ook een omschrijving gegeven van het geselecteerde lesmateriaal (3.3).

3.1 Onderzoeksvragen

Het doel van dit onderzoek was om te bepalen op welke manier vakkenintegratie wordt uitgewerkt in leergangen voor natuur en techniek bestemd voor leerlingen van 12 – 15 jaar, de leeftijd van leerlingen die in Nederland de basisvorming volgen. Om de wijze van vakkenintegratie in deze leergangen te achterhalen is bepaald: welke componenten van leergangen éénavkig en meervakig zijn, welke benaderingen van vakkenintegratie worden gebruikt, welke vormen van vakkenintegratie in geïntegreerd lesmateriaal worden aangetroffen.

3.2 Analysemethode

Voor de analyse zijn een aantal leergangen geselecteerd. Om een helder beeld te krijgen van de manier waarop vakkenintegratie daarin is uitgewerkt, is de hieronder beschreven analysemethode gehanteerd:

- a) Van geselecteerde leergangen werden de éénavkige en meervakige hoofdstukken bepaald (zie hoofdstuk 2).
- b) Van de meervakige hoofdstukken werden er één of meer geselecteerd die een representatief beeld geven van de wijze waarop vakkenintegratie in de betreffende leergang is uitgewerkt.
- c) Voor elk van de geselecteerde hoofdstukken werd bepaald welke vakken in de paragrafen aan de orde komen.
- d) Voor elk van de geselecteerde hoofdstukken en de daarin voorkomende paragrafen werd vastgesteld voor welk type één- of meervakigheid gekozen was, onder meer door vast te stellen of de betreffende vakbijdrage al of niet als disciplinaire aanleer- of toepassingscontext werd gehanteerd (zie tabel 2).
- e) Voor alle hoofdstukken en de daarin voorkomende paragrafen werd vastgesteld welke didactische benadering of benaderingen daarin werden gehanteerd (zie tabel 4).
- f) Van alle meervakige paragrafen werd vastgesteld of sprake was van radiaire of lineaire integratie (zie tabel 5).

Daar het met name van belang werd geacht om te kunnen laten zien op welke wijze vakkenintegratie in lesmateriaal kan worden uitgewerkt, is vervolgens een selectie van voorbeelden gemaakt. De resultaten van de analyse en de geselecteerde voorbeelden zijn opgenomen in de hoofdstukken 4 en 5.

3.3 Selectie van lesmateriaal

Uit het beschikbare materiaal zijn vijf buitenlandse en vier binnenlandse leergangen voor natuur en techniek geselecteerd om te bepalen hoe integratie van vakken is uitgewerkt. In tabel 6 zijn de algemene gegevens van de geselecteerde leergangen opgenomen.

Van elk van de geselecteerde leergangen wordt een korte karakteristiek gegeven. Er wordt onder meer aangegeven voor welke leerlingen de leergang bedoeld is en wat de visie van de auteurs op het onderwijs in natuur en eventueel techniek is.

	Titel	Schrijver(s)/ Jaar	Land
1	Science Web Textbook 1	Horsfall et al. (2001)	Engeland
2	Hodder Science Pupil's Book A - C	Heslop et al. (2000)	Engeland
3	Science, The Salters' Approach GCSE (year 10/11 units)	Campbell et al. (1997)	Engeland
4	Patterns 1-4	Bausor et al. (1974)	Engeland
5	Science Directions 7 - 9	Durward et al. (1989)	Canada
6	Natuurverkenning	Scholte (1998)	Nederland
7	Natuurwetenschappen 1 - 2	Dijkstra-van Sas et al. (1988/9)	Nederland
8	Thema 'Weet jij wat je eet?'	Projectgroep Natuur- en milieu-educatie in het voortgezet onderwijs (1987)	Nederland
9	Thema 'Mijn kleren'	Hondebrink (1985)	Nederland

Tabel 6. De algemene gegevens van de geselecteerde leergangen.

1. Science Web Textbook 1 (Horsfall et al., 2001)

Doelgroep	Leeftijd	11 – 14
	Niveau	Hoog
Bestaat uit	Tekstboek met opdrachten	X
	Docentenhandleiding	?
	Aanvullend materiaal	X

Door middel van alledaagse voorbeelden verwerven leerlingen in deze methode kennis van ideeën uit de natuurwetenschappen. Soms wordt in een hoofdstuk ingegaan op een ontwikkeling uit de natuurwetenschappen, dit wordt een 'History Box' genoemd. Af en toe zijn ook 'Technology Boxes' aanwezig, waarin een technologische ontwikkeling wordt besproken.

2. Hodder Science Pupil's Book A - C (Heslop et al., 2000)

Doelgroep	Leeftijd	11 – 14
	Niveau	Gemiddeld
Bestaat uit	Tekstboek met opdrachten	X
	Docentenhandleiding	X
	Aanvullend materiaal	X

Leerlingen verwerven in deze leergang kennis van science vanuit alledaagse voorbeelden. Elk hoofdstuk begint met het ophalen van voorkennis, daarna wordt het onderwerp verder uitgewerkt. In sommige hoofdstukken zijn 'Literacy Activities' aanwezig, een soort verdiepingso opdrachten.

3. Science, The Salters' Approach GCSE (year 10/11 units) (Campbell et al., 1997)

Doelgroep	Leeftijd	14 – 16
	Niveau	Gemiddeld - hoog
Bestaat uit	Tekstboek met opdrachten	X
	Docentenhandleiding	X
	Aanvullend materiaal	X

Men vindt het belangrijk dat leerlingen vanuit alledaagse situaties leren welke natuurwetenschappelijke concepten hierbij een rol spelen. Elk hoofdstuk begint met een beschrijving van het thema, waardoor leerlingen geïnteresseerd moeten raken. Dan volgen toepassingen van de natuurwetenschappelijke ideeën. Tenslotte wordt een verklaring voor deze ideeën gegeven.

4. Patterns 1 - 4 (Bausor et al., 1974)

Doelgroep	Leeftijd	13 – 16
	Niveau	Hoog
Bestaat uit	Tekstboek met opdrachten	X
	Docentenhandleiding	X
	Aanvullend materiaal	X

Het doel van de leergang is dat leerlingen kennis en vaardigheden verwerven om goed te kunnen functioneren in hun latere werk, gezinssituatie en vrijetijdsbesteding. De leerstof is geordend in drie thema's: bouwstenen, energie en wisselwerkingen. Daarbinnen moeten leerlingen patronen ontdekken. Door kleine hoeveelheden informatie te onthouden kunnen ze begrippen vormen. Een aantal begrippen leidt tot een patroon. Patronen worden gebruikt om natuurwetenschappelijke en maatschappelijke problemen op te lossen (Boeker et al., 1979).

5. Science Directions 7 - 9 (Durward et al., 1989)

Doelgroep	Leeftijd	12 – 14
	Niveau	Laag – hoog
Bestaat uit	Tekstboek met opdrachten	X
	Docentenhandleiding	X
	Aanvullend materiaal	?

De leergang gaat er van uit dat leerlingen kennis dienen te verwerven van de aard van de natuurwetenschappen, de relatie tussen natuurwetenschap en technologie, en de invloed van beide op de maatschappij. Op deze manier kunnen leerlingen natuurwetenschappelijk geletterd worden. Leerlingen leren hoe alledaagse dingen werken door problemen op te lossen. Sommige delen van hoofdstukken hebben betrekking op de invloed van natuurwetenschap en technologie op de samenleving ('Science and Technology in Society').

6. Natuurverkenning (Scholte, 1998)

Doelgroep	Leeftijd	12 – 14
	Niveau	Gemiddeld - hoog
Bestaat uit	Tekstboek met opdrachten	X
	Docentenhandleiding	?
	Aanvullend materiaal	?

De leergang is ontwikkeld door de secties biologie, natuur- en scheikunde van Scholengemeenschap Twickel in Hengelo. De auteurs vinden het belangrijk dat leerlingen zich blijven verwonderen over hun omgeving. De hoofdstukken hebben betrekking op vakoverstijgende thema's.

7. Natuurwetenschappen 1 - 2 (Dijkstra-van Sas et al., 1988/9)

Doelgroep	Leeftijd	12 – 14
	Niveau	Gemiddeld – hoog
Bestaat uit	Tekstboek met opdrachten	X
	Docentenhandleiding	X
	Aanvullend materiaal	?

De methode is ontwikkeld door docenten van het Rijnlands Lyceum te Oegstgeest. In deze leergang krijgen leerlingen les in het vak natuurwetenschappen. Het is belangrijk dat leerlingen allerlei processen uit hun omgeving leren verklaren.

8. Thema 'Weet jij wat je eet?' (Projectgroep Natuur- en milieu-educatie in het voortgezet onderwijs, 1987)

Doelgroep	Leeftijd	13 – 14
	Niveau	Laag – hoog
Bestaat uit	Tekstboek met opdrachten	X
	Docentenhandleiding	X
	Aanvullend materiaal	?

Het doel het project is dat leerlingen inzicht verwerven in natuur en milieu vanuit de natuurwetenschappen en aardrijkskunde. Het thema 'Weet jij wat je eet?' wordt na een algemene introductie voor de vakken biologie, aardrijkskunde en natuurkunde uitgewerkt.

9. Thema 'Mijn kleren' (Hondebrink, 1985)

Doelgroep	Leeftijd	12 – 14
	Niveau	Laag – hoog
Bestaat uit	Tekstboek met opdrachten	X
	Docentenhandleiding	X
	Aanvullend materiaal	?

Het doel van de thema's die ontwikkeld zijn door de Projectgroep Natuuronderwijs 12 – 16 jarigen is dat leerlingen inzicht krijgen in de relatie tussen de natuurwetenschappen en het alledaagse leven. De onderwerpen die behandeld worden, zijn herkenbaar voor leerlingen. De thema's bieden stukjes tekst en opdrachten waarmee leerlingen natuurwetenschappelijke kennis opdoen over alledaagse thema's zoals 'mijn kleren'. De thema's bevatten verplichte delen en keuzedelen.

4. Geïntegreerd lesmateriaal op hoofdstukniveau

4.1 Inleiding

Op basis van het in hoofdstuk 2 beschreven conceptuele kader kan op het niveau van de paragraaf worden vastgesteld welke didactische concepten worden gehanteerd, in hoeverre sprake is van één- of meervakkigheid en in hoeverre gebruik gemaakt wordt van disciplinaire aanleer- en/of toepassingscontexten. De verschillende typen paragrafen zijn afgebeeld in tabel 7. Daarbij moet worden opgemerkt dat een paragraaf niet als geïntegreerd kan worden beschouwd als de inhoud tot slechts één vak behoort, ook niet als gebruik gemaakt wordt van disciplinaire aanleer- en/of toepassingscontexten die tot een ander vak behoren. Omdat lesmateriaal op het niveau van het hoofdstuk echter wel als geïntegreerd kan worden beschouwd als paragrafen éénvakkig zijn, is het gewenst om te bepalen welke typen éénvakkige paragrafen voorkomen.

	Eénvakkig/ Meervakkig	CA	CT	Thematische benadering (V)	Conceptuele benadering (T)	Vaardigheids- benadering (C)
1.1	Eénvakkig			T.1.1	C.1.1	V.1.1
1.2	Eénvakkig	X		T.1.2	C.1.2	V.1.2
1.3	Eénvakkig		X	T.1.3	C.1.3	V.1.3
1.4	Eénvakkig	X	X	T.1.4	C.1.4	V.1.4
2.1	Meervakkig			T.2.1	C.2.1	V.2.1
2.2	Meervakkig	X		T.2.2	C.2.2	V.2.2
2.3	Meervakkig		X	T.2.3	C.2.3	V.2.3
2.4	Meervakkig	X	X	T.2.4	C.2.4	V.2.4

Tabel 7. Typen paragrafen in geïntegreerd lesmateriaal, gedefinieerd op basis van éénvakkigheid of meervakkigheid en didactische concepten van vakkenintegratie (CA = disciplinaire aanleercontext, CT = disciplinaire toepassingscontext).

Met behulp van tabel 7 is vastgesteld welke typen paragrafen in de geselecteerde geïntegreerde hoofdstukken worden gehanteerd. De resultaten van deze analyse zijn weergegeven in tabel 8.

	Hoofdstuk	Leergang	Typen paragrafen
1	Construction Materials	Science, The Salters' Approach	T.1.1, T.1.2
2	Energy in the home	Science, The Salters' Approach	T.1.1, T.1.3, T.2.1
3	Micro-organisms and food	Science Directions	T.1.1, T.1.3
4	Weet jij wat je eet?	Natuur- en milieu-educatie in het voortgezet onderwijs	T.1.1, T.1.2
5	Mijn kleren	Natuuronderwijs 12 - 16 jarigen	T.2.1
6	Electrical circuits	Science Web	C.1.1, C.1.2
7	Energy and fuels	Hodder Science	C.1.1, C.1.2, C.2.1
8	Solutions	Hodder Science	C.1.2, C.1.3, C.2.1
9	Energy and particle interactions	Patterns	C.1.1, C.1.2, C.1.3
10	Zintuigen	Natuurverkenning	C.1.1
11	Veranderingen	Natuurwetenschappen	C.1.1, C.1.3, C.2.1
12	Diagrammen	Natuurwetenschappen	V.1.1, V.2.1

Tabel 8. Typering van paragrafen in de geselecteerde hoofdstukken uit geïntegreerde leergangen.

Tabel 8 laat zien dat er per hoofdstuk meestal meerdere typen paragrafen werden aangetroffen. Per hoofdstuk werd slechts één didactisch concept aangetroffen. Slechts in een beperkt aantal hoofdstukken komen meervakvige paragrafen voor. De aangetroffen typen paragrafen hebben met name betrekking op het al of niet gebruik van disciplinaire aanleer- of toepassingscontexten (zie verder hoofdstuk 5).

4.2 Voorbeelden van vakkenintegratie in hoofdstukken

Een nauwkeuriger beeld van de wijze waarop vakkenintegratie in hoofdstukken is uitgewerkt, wordt verkregen indien aangegeven wordt welke vakken in de paragrafen aan de orde komen. Er zijn een aantal voorbeelden geselecteerd, waarin de vakkenintegratie op het niveau van het hoofdstuk verschillend is uitgewerkt.

‘Zintuigen’ uit Natuurverkenning (Scholte, 1998)

Het hoofdstuk ‘Zintuigen’ is afkomstig uit de leergang Natuurverkenning (Scholte, 1998) welke op de Scholengemeenschap Twickel te Hengelo wordt gebruikt. De paragrafen van dit hoofdstuk zijn éénvakvig (natuurkunde of biologie) en hanteren een conceptuele benadering (type C.1.1). Vanuit de biologie wordt ingegaan op eigenschappen van zintuigen, de huid, de tong en de neus. Het oog en het oor worden natuurkundig benaderd (zie tabel 9).

<i>Zintuigen</i>		
Titel paragraaf	Vakken	Inhoud
1. Inleiding	B	De begrippen zintuig, prikkel en drempelwaarde worden uitgewerkt.
2. Het oog	N	Bespreking van de eigenschappen van het oog: handelingen waarbij je je ogen nodig hebt, grootste en kleinste punt vanaf het oog bepalen dat er nog scherp gezien kan worden, kleuren en diepte zien en gezichtsbedrog.
3. De huid	B	Functie van de huid: bescherming bieden. De huid bevat druk-, warmte- en koudereceptoren. Door proeven wordt de plaats daarvan op de hand bepaald.
4. Het oor	N	Eigenschappen van geluid worden behandeld: trillingen, frequentie, Hertz en onder- en bovengrens van het gehoor.
5. De tong en de neus	B	Bespreking van de neus en de tong. Bepalen van de smaakzones op de tong en de drempelwaarde van de tong voor suiker. De smaak van voedsel wordt zowel door het smaak- als het reukzintuig bepaald.

Tabel 9. Vakken en inhoud van de paragrafen van ‘Zintuigen’ uit Natuurverkenning (Scholte, 1998, blz. 33-56).

‘Construction materials’ uit *Science, The Salters’ Approach* (Campbell et al., 1997)

Het hoofdstuk ‘Construction materials’ uit *Science, The Salters’ Approach* GCSE (year 10 units) (Campbell et al., 1997) is een voorbeeld van een hoofdstuk waarin in een aantal paragrafen een meervakkige (techniek en scheikunde), thematische benadering wordt gehanteerd (type T.2.1). Twee paragrafen zijn éénavkig (type T.1.1). Bij de uitwerking van het hoofdstuk worden zowel het technische productieproces als de chemische eigenschappen besproken (zie tabel 10), (zie ook 5.2.1).

<i>Construction materials</i>		
Titel paragraaf	Vakken	Inhoud
1. Introduction: Construction materials	T	Kennismaking met het herkennen van materialen aan de hand van alledaagse voorbeelden.
2. Looking at: Construction materials	T	Toepassingen en productie van constructiematerialen zoals glas en aardewerk. Sterkere materialen leiden tot hogere gebouwen.
3. In brief: Construction materials	S, T	Een aantal constructiematerialen wordt genoemd (T). De eigenschappen en grondstoffen van deze constructie materialen komen ook aan de orde (S).
4. Thinking about: Construction materials	S, T	Verklaring van de eigenschappen van materialen door de rangschikking van hun deeltjes (S). Korte behandeling van de productie van baksteen, glas en plastic (T). De processen die plaatsvinden bij het bakken van klei, het ontstaan van glas en plastic, het drogen van verf en het roesten van ijzer (S) worden besproken.

Tabel 10. Vakken en inhoud van de paragrafen van ‘Construction materials’ uit *Science, The Salters’ Approach* GCSE (year 10 units) (Campbell et al., 1997, blz. 45-56).

‘Veranderingen’ uit *Natuurwetenschappen 2* (Dijkstra-van Sas et al., 1989)

In de meeste paragrafen van het hoofdstuk ‘Veranderingen’ uit *Natuurwetenschappen 2* (Dijkstra-van Sas et al., 1989) wordt een conceptuele benadering uitgewerkt met behulp van meerdere vakken (aardrijkskunde, biologie, natuurkunde, scheikunde, verzorging en wiskunde), (type C.2.1). Aan de orde komen aardrijkskundige, biologische, chemische en natuurkundige veranderingen (zie tabel 11), (zie ook 5.4.2).

<i>Veranderingen</i>		
Titel paragraaf	Vakken	Inhoud
Inleiding	A, B, N	Er zijn verschillende soorten veranderingen. Voorbeelden vanuit verschillende vakken: faseovergangen (N), evolutie van de aarde (A) en het paard (B).
1. Verbrandingsprocessen	B, S	Een voorbeeld van veranderingen zijn verbrandingsprocessen. De kenmerken worden met behulp van proeven uitgewerkt: verbranding van kaarsvet en roesten van ijzer (S). Tevens de behandeling van verbranding in het menselijk lichaam (B).
2. Veranderingen bij levende wezens	B	Bij levende wezens treden ook veranderingen op. Er wordt ingegaan op cellen, groei, specialisatie, ontwikkeling en metamorfose.
3. Meetbaarheid van veranderingen	B, N, W	Veranderingen kunnen worden gemeten en afgebeeld in een grafiek (W). Voorbeelden: de gemiddelde lengte van de vrouw (B), de afgelegde weg van een auto en het verval van loodkernen (N). De steilheid van een grafiek is een maat voor de verandering van een grootheid (W).
4. Culturele veranderingen	V	Werkstuk maken over culturele veranderingen op het gebied van bijvoorbeeld voedingsgewoontes en seksualiteit.

Tabel 11. Vakken en inhoud van de paragrafen van ‘Veranderingen’ uit Natuurwetenschappen 2 (Dijkstra-van Sas et al., 1989, blz. 28-47).

5. Geïntegreerd lesmateriaal op paragraafniveau

5.1 Inleiding

In het vorige hoofdstuk is met behulp van een typering van paragrafen (zie tabel 7) inzicht verkregen in de wijze waarop meervakkigheid in geïntegreerd lesmateriaal op het niveau van een hoofdstuk uitgewerkt kan worden. In dit hoofdstuk worden voorbeelden besproken van de verschillende typen paragrafen, voorzover ze in het geanalyseerde lesmateriaal zijn aangetroffen. Alhoewel éénavkigige paragrafen waarin gebruik wordt gemaakt van disciplinaire aanleer- en/of toepassingscontexten hier niet als geïntegreerd worden beschouwd, zijn ze uit het oogpunt van inhoudelijke samenhang tussen vakken wel degelijk van belang. Om die reden worden ook van die typen paragrafen voorbeelden besproken.

In tabel 12 is voor ieder type paragraaf aangegeven in welke van de geselecteerde hoofdstukken het aangetroffen is.

	Eénavkig/ Meervakkig	CA	CT	Thematische benadering (T)	Conceptuele benadering (C)	Vaardigheids- benadering (V)
1.1	Eénavkig			T.1.1 : 1, 2, 3, 4	C.1.1 : 6, 7, 9, 10, 11	V.1.1 : 12
1.2	Eénavkig	X		T.1.2 : 1, 4	C.1.2 : 6, 7, 8, 9	V.1.2
1.3	Eénavkig		X	T.1.3 : 2, 3	C.1.3 : 8, 9, 11	V.1.3
1.4	Eénavkig	X	X	T.1.4	C.1.4	V.1.4
2.1	Meervakkig			T.2.1 : 2, 5	C.2.1 : 7, 8, 11	V.2.1 : 12
2.2	Meervakkig	X		T.2.2	C.2.2	V.2.2
2.3	Meervakkig		X	T.2.3	C.2.3	V.2.3
2.4	Meervakkig	X	X	T.2.4	C.2.4	V.2.4

Tabel 12. Overzicht van de typen paragrafen waarvan voorbeelden zijn aangetroffen.

De nummers komen overeen met de nummers van de geselecteerde hoofdstukken in tabel 8. In dit hoofdstuk worden paragrafen besproken van hoofdstukken met vet weergegeven nummers.

Tabel 12 laat zien dat in de geselecteerde hoofdstukken slechts een beperkt aantal type meervakkige paragrafen (T.2.1, C.2.1, V.2.1) zijn aangetroffen. In het merendeel van de geselecteerde hoofdstukken is gekozen voor een thematische (T) of een conceptuele (C)benadering. Een vaardigheidsbenadering (V) werd slechts in één hoofdstuk aangetroffen.

Van de hoofdstukken die in tabel 12 vet zijn aangegeven, worden nu voorbeelden besproken. Daarbij is de volgende ordening aangehouden:

- voorbeelden van éénavkigige paragrafen waarbij de disciplinaire aanleercontext tot een ander vak behoort (type T.1.2 en C.1.2), (zie 5.2),
- voorbeelden van éénavkigige paragrafen waarbij de disciplinaire toepassingscontext tot een ander vak behoort (type T.1.3 en C.1.3), (zie 5.3),
- voorbeelden van meervakkige paragrafen (type T.2.1, C.2.1 en V.2.1), (zie 5.4).

Bij de voorbeelden van de paragrafen die worden besproken, wordt aangegeven welke vakken aan de orde komen, welk didactisch concept wordt uitgewerkt en welke vorm van integratie (radiaire of lineaire) is gekozen. De vorm van integratie kan uiteraard alleen worden aangegeven voor meervakkige paragrafen.

5.2 Eénvakkige paragrafen met een ander vak als disciplinaire aanleercontext

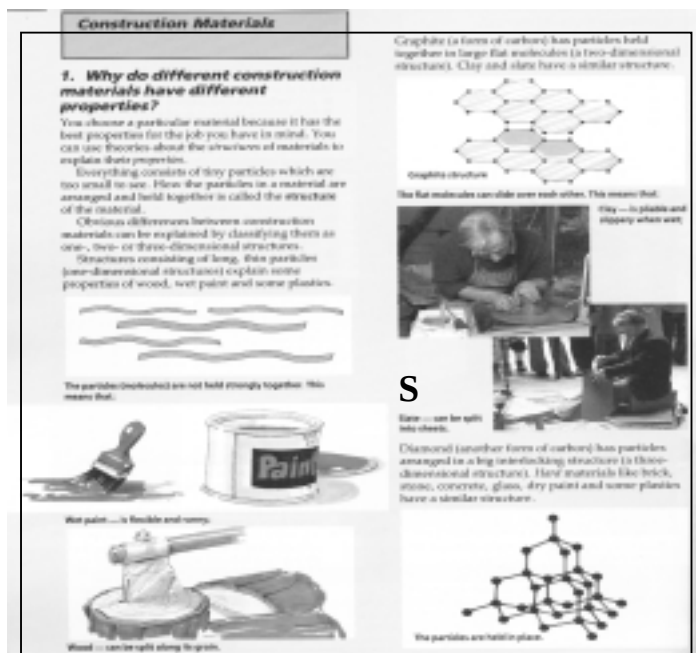
Vervolgens worden paragrafen uit geselecteerde hoofdstukken besproken, waarin een concept van vakkenintegratie wordt behandeld. Dit gebeurt door middel van één vak, waarbij de disciplinaire aanleercontext tot een ander vak behoort. Deze voorbeelden maken duidelijk dat in geïntegreerd lesmateriaal paragrafen aanwezig zijn die op deze manier een thematische (5.2.1) of conceptuele (5.2.2) benadering uitwerken.

5.2.1 Eénvakkige paragrafen met een ander vak als disciplinaire aanleercontext en een thematische benadering (type T.1.2)

‘Thinking about: Construction materials’ uit Science, The Salters’ Approach GCSE (year 10 units) (Campbell et al., 1997)

In deze paragraaf uit ‘Construction materials’ van Science, The Salters’ Approach GCSE (year 10 units) (Campbell et al., 1997) wordt een thematische benadering voor één vak (scheikunde) uitgewerkt, waarbij een ander vak (techniek) als disciplinaire aanleercontext fungeert.

De paragraaf begint met de behandeling van een aantal chemische eigenschappen van constructiematerialen (zie figuur 1a). Daarna wordt beknopt het productieproces van stenen, glas en plastic besproken (zie figuur 1b). Vervolgens komen de chemische reacties bij het productieproces van deze materialen aan de orde (zie figuur 1b). Het vak techniek fungeert in dit geval als disciplinaire aanleercontext voor scheikunde. Tenslotte worden manieren besproken waarop verf droogt en ijzer roest.



Figuur 1a. Gedeelte van de paragraaf ‘Thinking about: Construction materials’ uit ‘Construction materials’ van Science, The Salters’ Approach GCSE (year 10 units) (Campbell et al., 1997, blz. 52), (S = scheikunde).

2. How are chemical reactions used to make construction materials?

T

Chemical reactions form new substances. The new substances here are brick, glass and plastic. These substances have more useful properties than those they were made from.

3. What happens during these chemical reactions?

S

Clay to bricks: Clay contains aluminium, silicon and oxygen atoms bonded together in separate flat layers. When the clay is wet, water molecules get between the layers and allow them to slide over one another.

Firing clay (heating it strongly) drives out all the water molecules. Then atoms in one layer form bonds with atoms in another.

This cross-linking gives brick a three-dimensional structure and makes it hard.

Fired clay cannot be converted back into clay when water is added. So your house is safe in the rain!

Sand, soda ash and limestone to glass: When sand (silicon dioxide) is heated to a very high temperature, it melts and then forms a clear glassy solid when cool.

If sand is heated with soda ash (sodium carbonate), the mixture melts at a lower temperature. This saves energy, but unfortunately the product is soluble in water and so is no use as a glass.

If limestone (calcium carbonate) is also added to the mixture before heating, it still takes less energy to make the glass. The glass formed this time is not soluble in water. Normal glass is made by heating these three raw materials together.

Taking it further
When the substances used to make glass are heated together they melt. But there is more to it than that. New substances are formed so chemical reactions have taken place.

Sand is silicon dioxide (SiO_2).
Soda ash is sodium carbonate (Na_2CO_3).
Limestone is calcium carbonate (CaCO_3).

The reactions which occur are:

$$\text{silicon} + \text{sodium carbonate} \rightarrow \text{sodium silicate} + \text{carbon dioxide}$$

$$\text{silicon} + \text{calcium carbonate} \rightarrow \text{calcium silicate} + \text{carbon dioxide}$$

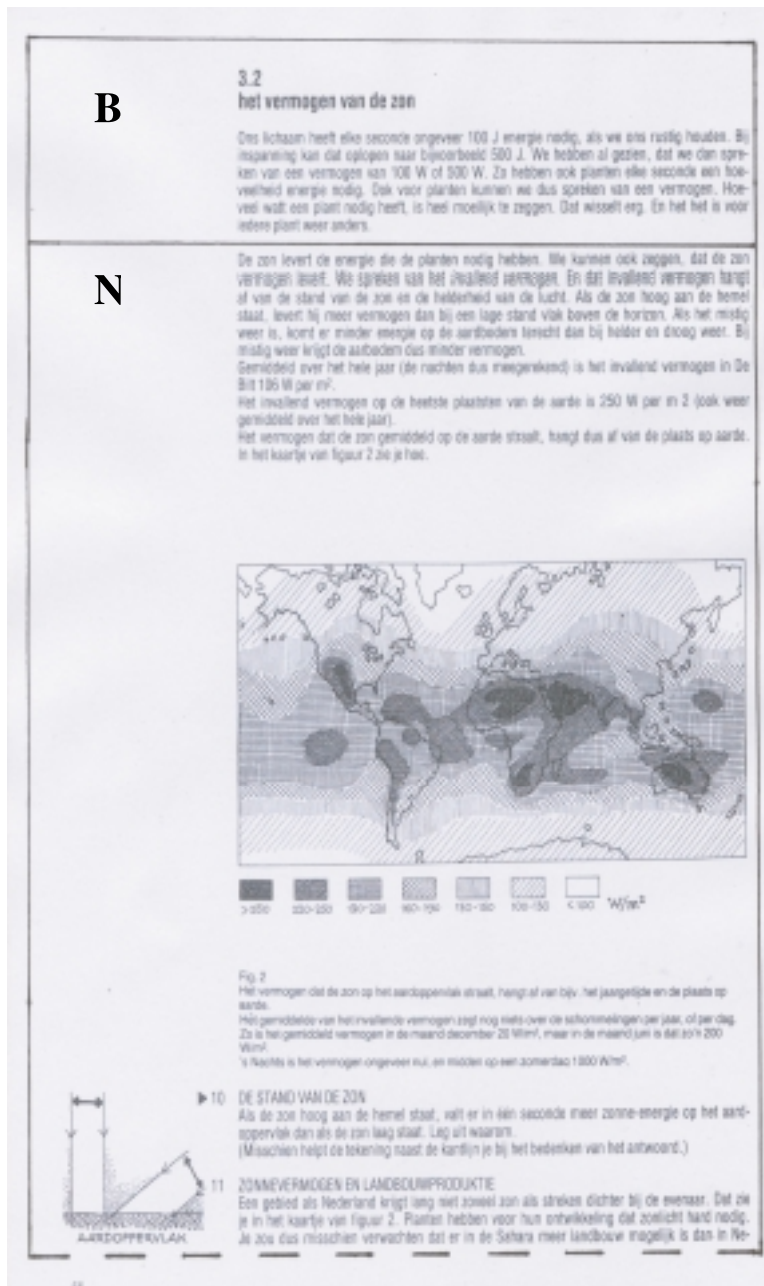
Ordinary glass is a mixture of sodium and calcium silicates.

Figuur 1b. Gedeelte van de paragraaf 'Thinking about: Construction materials' uit 'Construction materials' van Science, The Salters' Approach GCSE (year 10 units) (Campbell et al., 1997, blz. 53), (S = scheikunde, T = techniek).

'Natuurkunde' uit het thema 'Weet jij wat je eet?' (Projectgroep Natuur- en milieu-educatie in het voortgezet onderwijs, 1987)

In een gedeelte van de paragraaf 'Natuurkunde', afkomstig uit het thema 'Weet jij wat je eet?' (Projectgroep Natuur- en milieu-educatie in het voortgezet onderwijs, 1987) wordt een thematische benadering voor één vak uitgewerkt, waarbij de disciplinaire aanleercontext tot een ander vak (biologie) behoort.

Het gedeelte van de paragraaf dat hier als voorbeeld wordt getoond, begint met het bespreken van de hoeveelheid energie die mensen en planten nodig hebben (zie figuur 2a). Daarna wordt vanuit de natuurkunde ingegaan op het vermogen van de zon (zie figuur 2a en 2b).



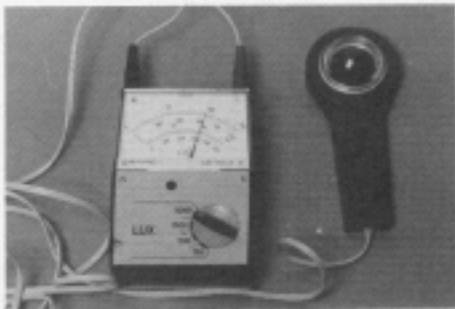
Figuur 2a. Gedeelte van de paragraaf 'Natuurkunde' uit het thema 'Weet jij wat je eet?' (Projectgroep Natuur- en milieu-educatie in het voortgezet onderwijs, 1987, blz. 56), (B = biologie, N = natuurkunde).

derland. Dat is echter niet zo. De Nederlandse landbouw kan erg veel produceren. Leg uit waarom de landbouw in een "matig beschenen" land als het onze, toch veel meer opbrengt dan in een zonnig gebied als Midden-Spanje of de Sahara.

12 HET METEN VAN HET ZONNEVERMOGEN
 Je kunt het vermogen dat de zon op de aarde straalt, meten met een apparaat dat *luxmeter* of *lichtmeter* genoemd wordt. Misschien heeft de school een lichtmeter die precies aangeeft, hoeveel watt er op valt. Er zijn ook lichtmeters die het niet in watt aangeven, maar in een andere maat. Dan moet je aan je leraar of lerares vragen, hoe je dat kunt omrekenen.

a. Ga met de lichtmeter naar buiten. Meet het vermogen dat op dit moment bij jullie school op de aarde valt. Misschien heb je geluk, en kruipt er snel een wolk voor de zon. Hoeveel scheidt dat? Als er geen wolken zijn, zou je de proef nog eens moeten herhalen in een andere les. En als je op de ene dag 's morgens vroeg natuurkundeles hebt en op de andere dag 's middags, kun je ook de invloed van de zonnestand onderzoeken.

b. Als de lichtmeter gevoelig genoeg is, kun je ook meten hoeveel watt een lamp levert. Als dat lukt, kun je ook het verschil tussen het vermogen bij recht en schuin invallend licht onderzoeken.



N

Een lichtmeter.

13 WAT IS ENERGIE
 Bij opdracht 1 op blz. 00 heb je opgeschreven wat volgens jou energie is. Bekijk dat antwoord nog eens. Denk je er nu anders over? Hoe zou je nu antwoord geven op die vraag?

Figuur 2b. Gedeelte van de paragraaf 'Natuurkunde' uit het thema 'Weet jij wat je eet?' (Projectgroep Natuur- en milieu-educatie in het voortgezet onderwijs, 1987, blz. 57). (N = natuurkunde).

5.2.2 Eénvakkige paragrafen met een ander vak als disciplinaire aanleercontext en een conceptuele benadering (type C.1.2)

'History box: Early ideas about electricity' uit *Science Web Textbook 1* (Horsfall et al., 2001)

In deze paragraaf uit het hoofdstuk 'Electrical circuits' van *Science Web Textbook 1* (Horsfall et al., 2001), presenteren we een voorbeeld van een éénvakkige (natuurkunde) paragraaf met een ander vak (biologie) als disciplinaire aanleercontext en een conceptuele benadering. De paragraaf begint vanuit een biologische context. Galvani onderzocht dode kikkers en ontdekte dat de spieren in de poten van de kikker na stimulatie nog konden samentrekken. Vervolgens worden de experimenten beschreven die Galvani en Volta op het gebied van elektriciteit verrichtten (zie figuur 3).

HISTORY BOX

History Box

Early ideas about electricity

Scientific discoveries are often made as a result of an accident. Luigi Galvani was an Italian scientist who lived between 1737 and 1798. He worked at Bologna University where his main area of interest was anatomy; bodies and organs fascinated him. The story goes that, one day, Luigi had a dead frog in the house, either for food or scientific study. As his wife was clearing the kitchen, she dropped the tray with the frog on it and caused a sharp knife to cut through its rear legs. The legs twitched repeatedly, and she screamed with fright. Luigi was fascinated though, and wondered why the legs behaved like this.

B

First of all he found out what happened when he probed a frog's leg, either in the muscle or a nerve, using a brass needle. He discovered that the leg would contract, or pull back. He also noticed that the energy from lightning would make dead frogs' muscles twitch.

Galvani then made a very important discovery. When he was wiring up the frog's legs for the lightning experiment, using different metals for each link, the legs started to twitch even before the lightning struck. To explain this, he came up with the idea of 'animal electricity' – the idea that the animal itself was a supply of electricity. After all, he argued, the only other things in the circuit are bits of wire – it must be the animal that the electricity is coming from. He wrote about his experiments in 1791, mentioning the two metals and the need for moisture.

N

His friend Alessandro Volta (1745–1827) worked in the University of Padua. He became fascinated by Galvani's experiments, and tried them out for himself. He too found that the frogs' legs twitched, but he noticed that the experiment only worked if two different metals were connected to the legs. Volta argued that it was the different metals, not the frog, that caused the electrical current. The dead animal was only showing that there was electricity there.

In 1800, Volta demonstrated that it was the metals which made electricity by making the first **battery**. Alternate layers of silver and zinc were separated by thick paper soaked in a strong salt solution. This amazing invention, called a **voltaic pile**, made the study of electricity possible since it made large quantities of electricity.

A disc of silver, paper soaked in brine and a disc of zinc make up a single unit known as a **cell**. Repeated numbers of cells are called a battery. As a result of his work, Volta published a list of metals in order of their electricity-producing strength.

Although Volta had shown that the electricity in Galvani's early experiments was caused by the use of two different metals, Galvani did not give up on his ideas. He later discovered that animal tissue is a source of electricity – this is how nerves and muscles work.



10.8 Galvani's experiments with frogs' legs

12 Why do you think the frog's legs twitched?



10.9 The voltaic pile

13 How did Galvani's experiments give Volta his idea?

14 How was Volta's battery different from those we use to power tools and torches today?

Figuur 3. De paragraaf 'History box: Early ideas about electricity' uit Science Web Textbook 1 (Horsfall et al., 2001, blz. 137), (B = biologie, N = natuurkunde).

5.3 Eénvakkige paragrafen met een ander vak als disciplinaire toepassingscontext

Er worden voorbeelden besproken van éénvakkige paragrafen met een ander vak als disciplinaire toepassingscontext, waarbij respectievelijk een thematische (5.3.1) en een conceptuele (5.3.2) benadering zijn gehanteerd.

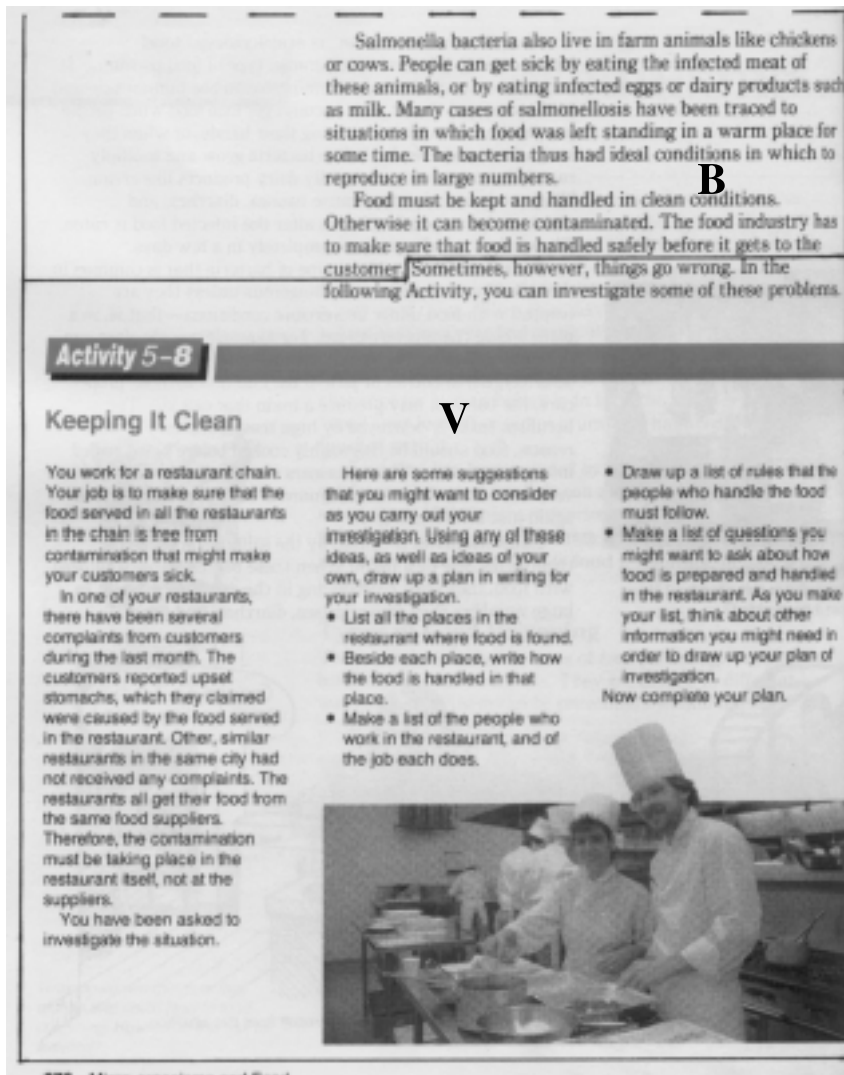
5.3.1 Eénvakkige paragrafen met een ander vak als disciplinaire aanleercontext en een thematische benadering (type T.1.3)

‘Micro-organisms and food’ uit *Science Directions* 7 (Durward et al., 1989)

Deze paragraaf, afkomstig uit het hoofdstuk ‘Micro-organisms and food’ uit *Science Directions* 7 (Durward et al., 1989), is een voorbeeld van een éénvakkige (biologie) paragraaf met een ander vak (verzorging) als disciplinaire toepassingscontext en een thematische benadering (micro-organismen en voedsel). De paragraaf begint met de bespreking van drie soorten voedselvergiftiging (zie figuur 4a). Deze kennis wordt toegepast in een opdracht: leerlingen moeten onderzoeken hoe voedselvergiftiging in een restaurant kan optreden en aan welke regels medewerkers zich moeten houden (zie figuur 4b). Het vak verzorging fungeert hier als disciplinaire toepassingscontext voor biologie.



Figuur 4a. Gedeelte van de paragraaf ‘Micro-organisms and food’ uit *Science Directions* 7 (Durward et al., 1989, blz. 275), (B = biologie).



Figuur 4b. Gedeelte van de paragraaf 'Micro-organisms and food' uit Science Directions 7 (Durward et al., 1989, blz. 275), (B = biologie, V = verzorging).

5.3.2 Eénvakkige paragrafen met een ander vak als disciplinaire aanleercontext en een conceptuele benadering (type C.1.3)

'Unscrambling liquids' uit Hodder Science Pupil's Book A (Heslop et al., 2000)

De paragraaf 'Unscrambling liquids' uit het hoofdstuk 'Solutions' van de leerang Hodder Science Pupil's Book A (Heslop et al., 2000) is een voorbeeld van een éénvakkige paragraaf (scheikunde) met een ander vak als disciplinaire aanleercontext (techniek) en een thematische benadering.

De paragraaf behandelt een aantal scheidingsmethoden (zie figuur 5a). Aan het einde van de paragraaf wordt kennis over chromatografie gebruikt om de werking van een blaaspijp te behandelen (zie figuur 5b).

5.3 Unscrambling liquids

You have learnt about filtering, but this does not separate solutions. Methods that do separate solutions from solutions include crystallising, distilling, evaporating and chromatography.

Salt from sea water



Figure 1 Sea salt extraction pans.

Tons of the surface of our planet is covered with water. Most of this water is undrinkable. It contains dissolved substances – mostly the mineral we know as table salt, but other materials as well.

Table salt is the chemical **sodium chloride**. In hot Africa they make table salt from sea water. It is a two stage process. Firstly, sea water is pumped into a flat pond and left to **evaporate** in the heat. The solution becomes more concentrated as the water evaporates. A substance called **calcium sulphate** comes out of sea water as a solid. This process is called **crystallising**. The calcium sulphate tastes nasty, so they do not want this in their table salt. Filtering separates out the nasty material, they pump the concentrated solution to a second pond. Here the heat from the water to evaporate in the sodium chloride crystallises out of solution. The sodium chloride (table salt) is dried in the sun for the people to use.

Questions

- 1 What is the chemical name for 'table salt'?
- 2 What is the substance they don't want in their salt?
- 3 Why does this process work well in hot Africa?
- 4 What is crystallisation?

Desalination

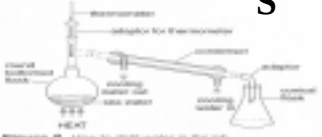


Figure 2 How to distil water in the lab.

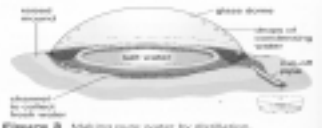


Figure 3 Making pure water by distillation.

Figuur 5a. De paragraaf 'Unscrambling liquids' uit Hodder Science Pupil's Book A (Heslop et al., 2000, blz. 62), (S = scheikunde).

You can 'unscramble' pure water from salt water.

The Ancient Greek Aristotle was the first person to notice this. He saw that when salt solution was boiled, the salt was left behind. The water escaped as steam. He knew that if you turned the steam back into water, it would be pure water.

In a hot dry country, a single glass dome over a pond of salt water will make pure water (see Figure 3). The sun evaporates the water. The vapour then condenses in the dome. A drain over the water allows will produce 4-5 litres of pure water a day. This process is called **distillation**.

Questions

- 1 Look at the picture of the apparatus used for distilling in the laboratory (Figure 2).
- 2 Write step-by-step instructions to tell someone how to make pure water from sea water.
- 3 Why would it still work if you used dirty water for the condenser in the laboratory apparatus?

Alcohol from breath

Ink can be separated into the different dyes from which they are made. A sample of ink is put on paper and placed in a solvent. The solvent soaks through the paper carrying the ink with it. The solvent carries the more soluble dyes up the paper faster than the less soluble ones (Figure 4). This is called **chromatography**.

Alcohol tests in police stations work in a similar way. The suspect's breath passes through a tube containing drug granules. Alcohol and other vapours dissolve differently in the granules, so they are separated. The breath then passes through a detector. This tells the police how much alcohol is in the suspect's body.

Questions

- 1 'Black ink is actually made from several different coloured inks.' Explain how you could say to prove this was true.
- 2 Explain in your own words how testing breath for alcohol is carried out.

Remember

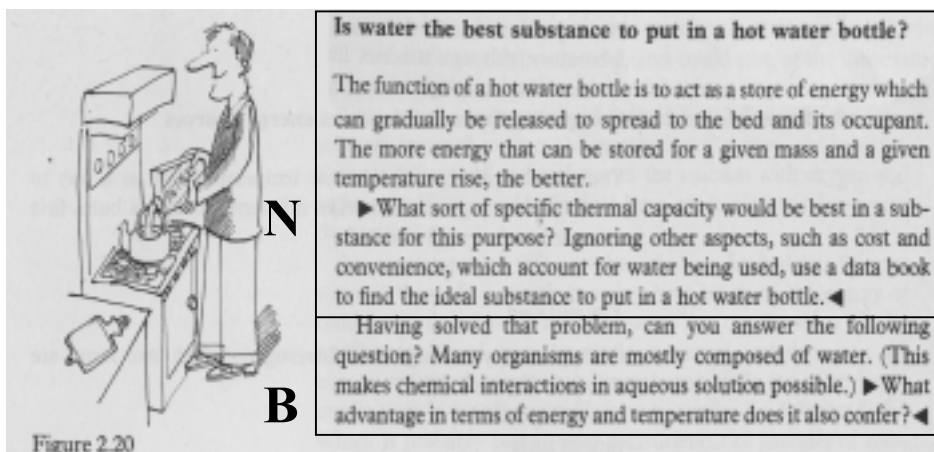
Copy the table and draw lines to make correct links.

Separation method	Description
chromatography	as the solvent evaporates, solid materials appear
distilling	boiling a liquid, then condensing the vapour
evaporating	one material carries a mixture through another
crystallising	solid escaping from the surface of a solution

Figuur 5b. De paragraaf 'Unscrambling liquids' uit Hodder Science Pupil's Book A (Heslop et al., 2000, blz. 63), (S = scheikunde, T = techniek).

‘Is water the best substance to put in a hot water bottle?’ uit Patterns 3 Energy (Bausor et al., 1974)

Deze paragraaf, afkomstig uit het hoofdstuk ‘Energy and particle interactions’ van Patterns 3 Energy (Bausor et al., 1974), is een voorbeeld van een éénavkiggige paragraaf (natuurkunde) met een ander vak als disciplinaire toepassingscontext (biologie) en een conceptuele benadering. In deze paragraaf wordt de leerlingen duidelijk gemaakt dat heet water de beste vloeistof is om een kruik te vullen. Water heeft de eigenschap dat het veel energie kan afgeven zonder dat de temperatuur relatief snel daalt of veel energie kan opnemen zonder dat de temperatuur relatief veel stijgt (zie figuur 6). Deze kennis wordt toegepast in een biologische context. Organismen bestaan grotendeels uit water. Vervolgens wordt de vraag gesteld wat vanuit energetisch oogpunt daar het voordeel van is.



Figuur 6. De paragraaf *‘Is water the best substance to put in a hot water bottle?’* uit *Patterns 3 Energy* (Bausor et al., 1974, blz. 121-122), (B = biologie, N = natuurkunde).

5.4 Meervakkige paragrafen

Er zullen voorbeelden besproken worden van meervakkige paragrafen, zonder dat er gebruik gemaakt wordt van een disciplinaire aanleer- of toepassingscontext van een ander vak. Daarbij wordt een onderscheid gemaakt tussen paragrafen met een thematische benadering (5.4.1), een conceptuele benadering (5.4.2) en een vaardigheidsbenadering (5.4.3).

5.4.1 Meervakkige paragrafen met een thematische benadering (type T.2.1)

‘Thinking about: Electricity in the home’ uit *Science, The Salters’ Approach GCSE* (year 10 units) (Campbell et al., 1997)

Deze paragraaf uit het hoofdstuk ‘Electricity in the home’ van de leergang *Science, The Salters’ Approach GCSE* (year 10 units) (Campbell et al., 1997), is een voorbeeld van een tweevakkige (techniek en natuurkunde) paragraaf met een thematische benadering. De paragraaf behandelt de bouw en werking van schakelingen in huis (zie figuur 7a). Verder komt de bouw van batterijen aan de orde. Vervolgens kunnen leerlingen leren hoe ze veilig met elektriciteit kunnen omgaan. Ook het verschijnsel statische elektriciteit wordt behandeld (zie figuur 7b).

In deze paragraaf is gekozen voor radiare integratie, omdat het thema elektriciteit in éénavkigige subparagrafen voor techniek en natuurkunde wordt uitgewerkt.

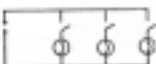
118

Looking at

The Wiring in your Home

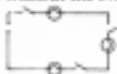
How are lights connected to the power supply?
If a bulb goes in a string of fairy lights, they all go off and you have to spend hours finding which bulb blew. But if a bulb goes in the bathroom, the bedroom light stays on. Why is this?

The lights in this house are connected like this...



In parallel

...and not like this. (This is how fairy lights are connected, but without the switches.)

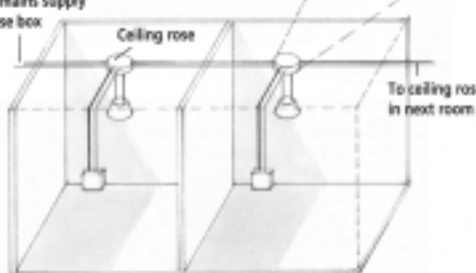


In series

(There is more about parallel and series circuits in *Iu Brief 8 and 9* on pages 124-5.)

You can't see the parallel circuit at home because most of the wires are hidden under the floorboards, above the ceilings or behind the plaster on the walls. Even if you could see the wires, the circuit wouldn't look like the simple parallel circuit in the top diagram.

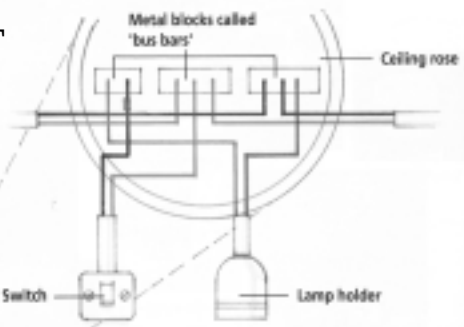
This picture shows how the wires are connected in a lighting circuit. A **ceiling rose** connects the light fitting to the circuit. 'Bus bars' make it easy for electricians to connect the wires – the wires entering each bus bar are all connected together.



LOOKING AT: ELECTRICITY IN THE HOME



1 How can you tell your lights at home are connected in parallel? Write down three simple tests (they shouldn't involve a screwdriver!).

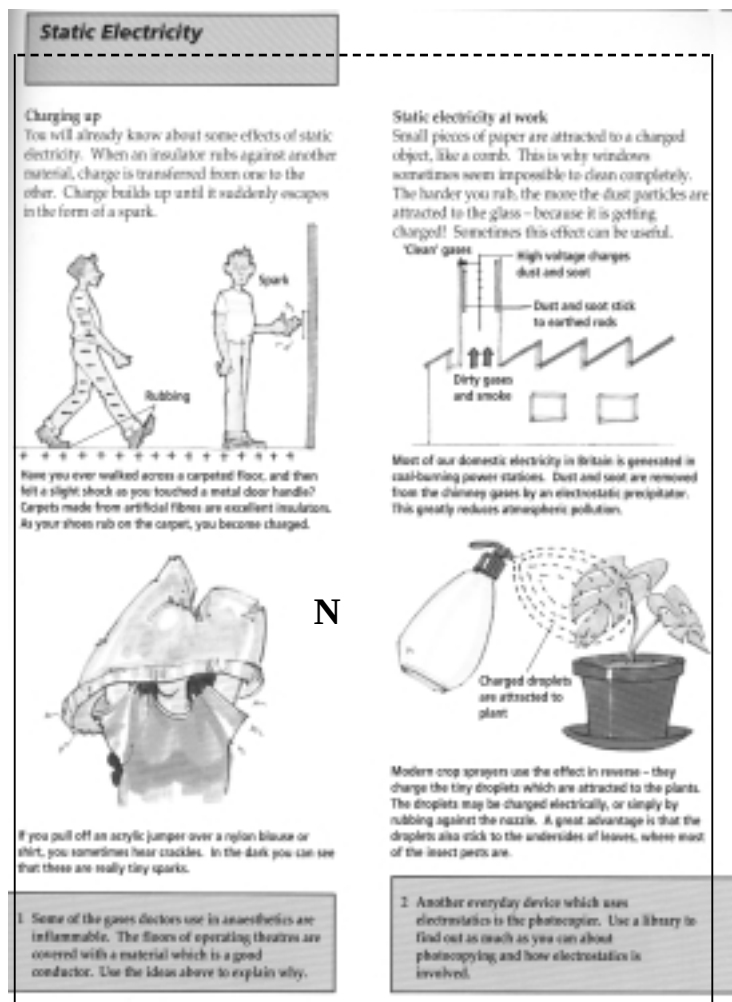


2 Copy the ceiling rose diagram on a large sheet of paper. The points L (for live) and N (for neutral) are like the terminals of a power supply. Trace out the closed circuit from L, through the switch and lamp, and back to N. Show on your diagram the path the electricity follows when the lamp is switched on.

3 Now draw the ceiling rose in the next room, connected to the right-hand side of your diagram. Show the path the electricity takes.

4 Redraw your diagram, straightening out the wires like a 'proper' circuit diagram, but keeping all the connections the same. Show the switches, the lamps and the wires that are connected. You can shorten and lengthen any wire as much as you want. What do you notice?

Figuur 7a. Gedeelte van de paragraaf 'Thinking about: Electricity in the home' uit *Science, the Salters' Approach GCSE (year 10 units)* (Campbell et al., 1997, blz. 118), (T = techniek).

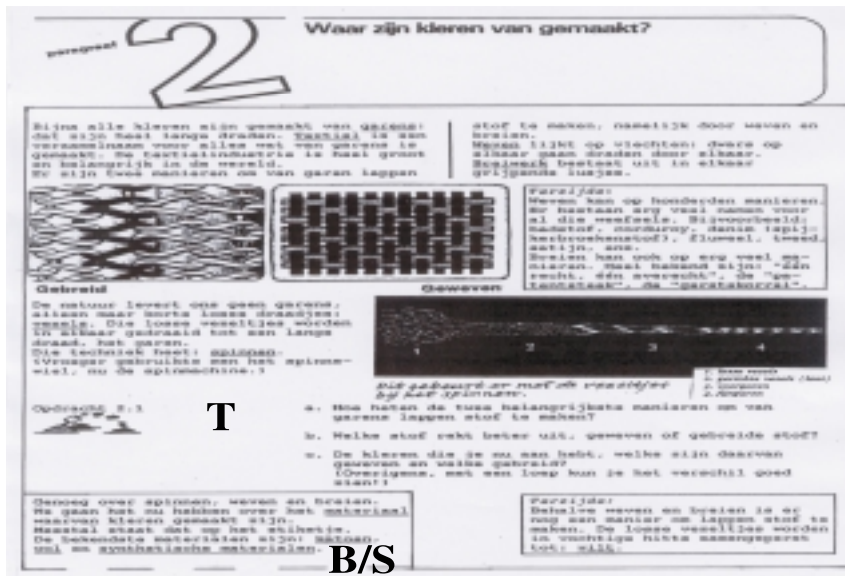


Figuur 7b. Gedeelte van de paragraaf 'Thinking about: Electricity in the home' uit *Science, The Salters' Approach GCSE (year 10 units)* (Campbell et al., 1997, blz. 123), (N = natuurkunde).

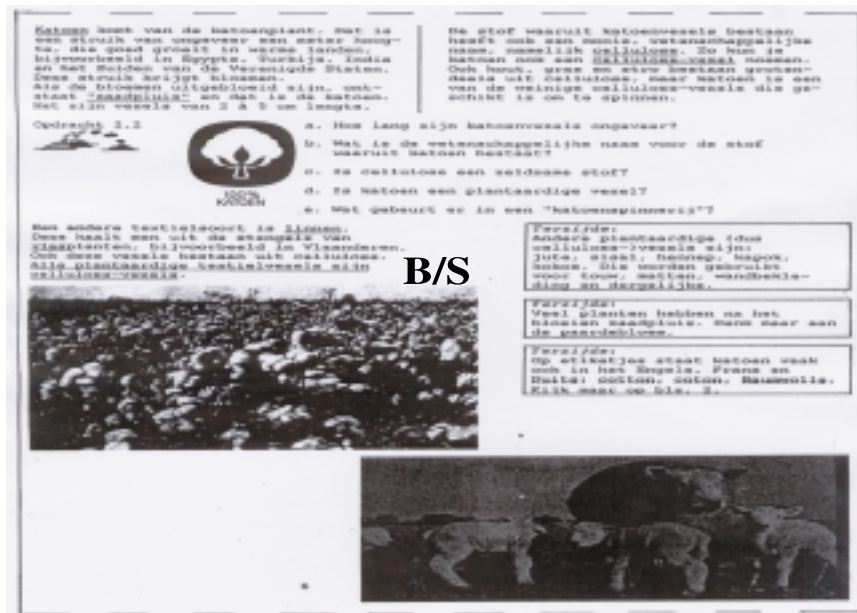
'Waar zijn kleren van gemaakt?' uit het thema 'Mijn kleren' (Hondebrink, 1985)

Deze paragraaf is afkomstig uit het thema 'Mijn kleren' van het project Natuuronderwijs voor 12 tot 16 jarigen (Hondebrink, 1985). Hierin wordt vanuit drie vakken (techniek, scheikunde en biologie) bijgedragen aan de uitwerking van het thema kleding. In de paragraaf worden verschillende manieren om kleding te maken (techniek) behandeld (zie figuur 8a). Vervolgens komen de namen en eigenschappen van stoffen (scheikunde) aan de orde en wordt ingegaan op de biologische oorsprong daarvan (zie figuur 8b). Tenslotte wordt in een chemische proef de brandbaarheid van verschillende kledingstoffen bepaald.

Er is sprake van lineaire integratie, omdat het thema grotendeels in een doorlopend betoog wordt uitgewerkt, zonder dat er sprake is van éénvakkelijke subparagrafen.



Figuur 8a. Gedeelte uit de paragraaf 'Waar zijn kleren van gemaakt?' uit het thema 'Mijn kleren' (Hondebrink, 1985, blz. 5), (B = biologie, S = scheikunde, T = techniek).



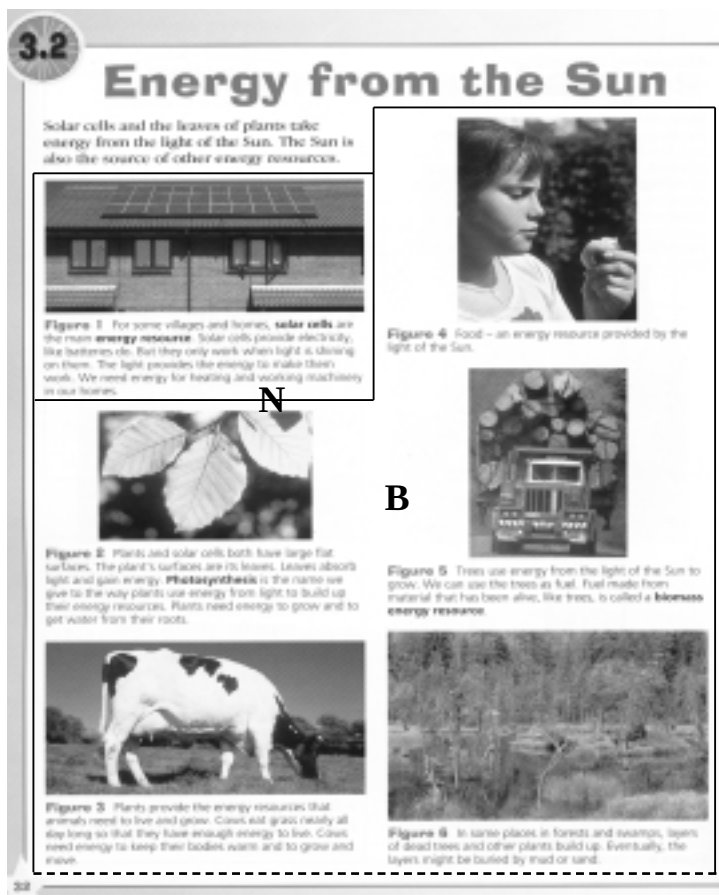
Figuur 8b. Gedeelte uit de paragraaf 'Waar zijn kleren van gemaakt?' uit het thema 'Mijn kleren' (Hondebrink, 1985, blz. 6), (B = biologie, S = scheikunde).

5.4.2 Meervakkige paragrafen met een conceptuele benadering (type C.2.1)

‘Energy from the sun’ uit Hodder Science Pupil’s Book A (Heslop et al., 2000)

De paragraaf is afkomstig uit het hoofdstuk Energy and fuels van Hodder Science Pupil’s Book A (Heslop et al., 2000) en is een voorbeeld van een meervakkige (biologie en natuurkunde) paragraaf, waarin uitgegaan wordt van het concept ‘energie en brandstoffen’. In de paragraaf worden energiebronnen besproken. Deze inhoud kan zowel aan het vak natuurkunde als aan biologie worden toegeschreven. Als zonlicht op zonnecellen valt of wind waait tegen de wieken van windmolens, wordt zonne-energie of windenergie omgezet in elektriciteit. De vraag wordt gesteld waar wij onze energie vandaan halen. Planten kunnen zonlicht door middel van fotosynthese omzetten in energie. Mensen kunnen deze energiebronnen als brandstof gebruiken. Resten van planten kunnen fossiele brandstoffen vormen (zie figuur 9a en 9b).

In deze paragraaf is gekozen voor radiële integratie, doordat energiebronnen in gescheiden tekstblokken vanuit de natuurkunde en de biologie worden uitgewerkt.



Figuur 9a. De paragraaf ‘Energy from the sun’ uit Hodder Science Pupil’s Book A (Heslop et al., 2000, blz. 32), (B = biologie, N = natuurkunde).



Figure 7 This coalminer is deep underground, digging out coal formed from layers of plants that died millions of years ago.

B

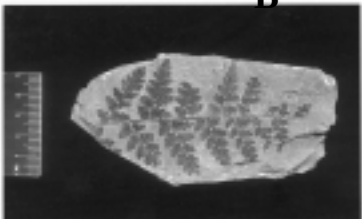


Figure 8 Sometimes you can still find signs of the old plants in the coal. This is a **fossil** of a leaf that grew a long time ago - before there were even any dinosaurs. Coal is a **fossil fuel**.

N



Figure 9 The energy of the Sun creates winds. We can use **wind generators** to provide electricity.

Energy and fuels

Questions

- 1 a) Where does a cow get its energy from?
b) Where do you get your energy from?
- 2 a) Name two similarities between solar cells and leaves.
b) Name three differences.
- 3 We could burn dried sewage as a fuel.
a) What kind of energy resource is sewage?
b) Do you think that this would be a good idea?
- 4 Why is coal called fossil fuel?
- 5 a) Make a list of as many different energy resources as you can. Here are two to get you started: food, coal.
b) Can you think of any energy resources that are not created by the energy of sunlight?

Remember

Complete the sentences by unscrambling the letters.

There are many kinds of energy resource. Plants carry out **SHINY TEETH SOOP** to build up their energy resources from the light of the Sun. Our **DOOP** is the energy resource that our bodies need.

We can burn plants. They provide a **LSOB SAM** energy resource. Plants that have been buried in layers underground can turn into coal. Coal is a **LOSS IF** fuel.

Batteries and **ALSO R** cells provide energy for electric circuits. The energy of the Sun also creates winds. We can use wind **ROSC EATERS** to take advantage of this energy resource.

Figuur 9b. De paragraaf 'Energy from the sun' uit Hodder Science Pupil's Book A (Heslop et al., 2000, blz. 33), (B = biologie, N = natuurkunde).

'Inleiding' uit het hoofdstuk 'Veranderingen' van de leergang Natuurwetenschappen 2 (Dijkstra-van Sas et al., 1989)

De paragraaf 'Inleiding' van het hoofdstuk 'Veranderingen' uit Natuurwetenschappen 2 (Dijkstra-van Sas et al., 1989) is een voorbeeld van een meervakelige paragraaf (aardrijkskunde, biologie en natuurkunde), waarin wordt uitgegaan van het concept 'veranderingen'.

In deze paragraaf wordt het sleutelbegrip veranderingen behandeld vanuit de vakken natuurkunde, aardrijkskunde en biologie. De inleiding begint met een algemene beschouwing over veranderingen. Vervolgens worden verschillende veranderingen beschreven. Eerst faseovergangen (natuurkunde) (zie figuur 10a), daarna de evolutie van de aarde (aardrijkskunde) en de evolutie van het paard (biologie) (zie figuur 10b). Tenslotte moeten leerlingen de veranderingen noteren als een stroom door een draad loopt (natuurkunde).

In deze paragraaf is gekozen voor radiare integratie, omdat in de tekst éénavkellige tekstblokken kunnen worden onderscheiden.

VERANDERINGEN

Inleiding

De letters, die je hierboven ziet staan, spreek je uit als 'panta rei'. Het zijn de eerste woorden van een gezegde van de Grieken en betekent 'alles stroomt'. Hiermee wordt bedoeld dat *niets* hetzelfde blijft; bijvoorbeeld in een rivier, die jarenlang hetzelfde lijkt te zijn, stroomt toch elk moment ander water. Ook in je lichaam of in je omgeving gebeurt er elk moment zoveel dat de situatie op een volgende moment weer net even anders is. Elke verandering kost tijd. Sommige veranderingen gaan heel snel, andere veranderingen kosten erg veel tijd.

- 1 Bedenk vijf dingen die op dit moment in je eigen lichaam veranderen.
- 2 Bedenk vijf dingen die op dit moment in je directe omgeving veranderen.
- 3 Het is meestal moeilijk om veranderingen te zien. Bedenk daarvoor twee redenen.
- 4 a Noem een heel snelle verandering
b Noem een verandering die heel veel tijd kost.

In het thema 'water' hebben we uitgebreid kennism gemaakt met veranderingen die water kan ondergaan als de temperatuur verandert. Water komt daardoor in verschillende fasen voor. De vaste fase (ijs), de vloeibare fase (water) en de gasfase (waterdamp). We hebben

toen ook al geleerd dat bij bijna alle andere stoffen fase-overgangen plaatsvinden.

Je gaat nu nog enkele fase-overgangen bestuderen bij twee verschillende stoffen: salmiak en bijenwas.

- 5 Doe een beetje salmiak in een reactiebuys en verwarm dat door de onderkant van de buis in een niet te hete vlam te houden.
- 6 Wat zie je gebeuren onder in de buis en boven in de buis?
- 7 Hoe heten deze fase-overgangen?
- 8 Doe nu een beetje bijenwas in een erlenmeyer en verwarm het korte tijd m.b.v. een brander tot er geen vaste bijenwas meer is.
- 9 Wat zie je gebeuren?
- 10 Hoe noemen we deze fase-overgang?
- 11 Hoe noemen we de omgekeerde fase-overgang?
- 12 Waarom mag je een fase-overgang een verandering noemen?
- 13 Welke fase-overgangen zijn er nog meer behalve die je in vraag 7, 9 en 10 hebt genoemd?
- 14 Voor welke fase-overgangen moet je warmte toevoeren en welke fase-overgangen vinden plaats door het onttrekken van warmte?

Fase-overgangen zijn vrij snelle veranderingen, die ook omkeerbaar zijn. Een heel mooi voorbeeld van een verandering die heel langzaam gaat en niet omkeerbaar is, is de *evolutie van de aarde* en de *evolutie van het leven op aarde*.

- 14 Zoek eens op wat het woord evolutie betekent.

28

Figuur 10a. Gedeelte van de 'Inleiding' van het hoofdstuk 'Veranderingen' uit *Natuurwetenschappen 2* (Dijkstra-van Sas et al., 1989, blz. 28), (A = aardrijkskunde, B = biologie, N = natuurkunde).

A/B 15 Probeer de namen te vinden van enkele dieren en planten die reeds lang geleden uitgestorven zijn. Als je er plaatjes van kan vinden, plak die dan ook in je schrift. Men denkt dat de aarde ongeveer 4 miljard jaar oud is. In deze 4 miljard jaar (= 4 000 000 000 jaar) is er heel wat aan de aarde zelf veranderd. In het begin was het een gloeiende bol, waarop geen leven mogelijk was. Langzaam is de aarde afgekoeld en is er water ontstaan. In het begin was er bijvoorbeeld ook nog  De continenten van de aarde vormden vroeger één geheel, het perkontinent Pangae. 200 miljoen jaar geleden ontstonden de eerste breuken en dreeven de losse delen uiteen. <i>figuur 1</i>	
geen zuurstof. Men vermoedt dat pas na verloop van miljoenen jaren de eerste heel eenvoudige levende wezens zijn ontstaan en daarna steeds ingewikkelder organismen. Het aardoppervlak veranderde ook erg. Men denkt dat tot 200 000 000 jaar geleden alle werelddelen nog aan elkaar vastzaten. Er ontstonden breuken in dat grote continent, waardoor verschillende delen losraakten en uit elkaar dreeven. Ook Noord en Zuid Amerika raakten ieder apart los en zijn pas later bij elkaar gekomen.  Ongeveer 80 miljoen jaar geleden is de situatie duidelijk anders. De Zuid-Atlantische oceaan is voor een groot deel gevormd door het wegdrijven van Z.-Amerika. India is een eiland geworden.	
We gaan er niet dieper op in hoe dit allemaal kan. Wel zullen we jullie nu een film laten zien, waarin wordt uitgebeeld hoe de evolutie van het paard waarschijnlijk is verlopen. Zie figuur 2. De evolutie van de aarde en van het leven op aarde is een <i>doorlopend</i> proces dat ook nu nog doorgaat. De veranderingen zijn echter zo langzaam dat we ze met het blote oog niet kunnen waarnemen. 16 Noem twee voorbeelden waaruit blijkt dat de aarde zelf ook nu nog langzaam verandert.	B 17 a Wat bedoelen we met periodieke veranderingen? b Geef nog een voorbeeld van een periodieke verandering. 18 Wat is er de oorzaak van dat het in onze streken op een gegeven moment winter wordt? 19 Zo'n seizoensverandering heeft zelf ook weer gevolgen voor de levende wezens, die als 't ware mee moeten veranderen. a Hoe veranderen de meeste bomen als het winter wordt? b Hoe reageren zwaluwen? c Hoe reageren de vogels die niet wegtrekken? d Hoe reageren wij zelf?
A/B In tegenstelling tot het doorlopend proces van de evolutie, zijn er ook <i>periodieke</i> veranderingen. Een mooi voorbeeld daarvan zijn de seizoenen.	We hebben nu gezien dat in feite alles verandert. Veranderingen kunnen heel langzaam gaan of heel snel. Veranderingen kunnen omkeerbaar zijn

Figuur 10b. Gedeelte van de 'Inleiding' van het hoofdstuk 'Veranderingen' uit *Natuurwetenschappen 2* (Dijkstra-van Sas et al., 1989, blz. 29), (A = aardrijkskunde, B = biologie, N = natuurkunde).

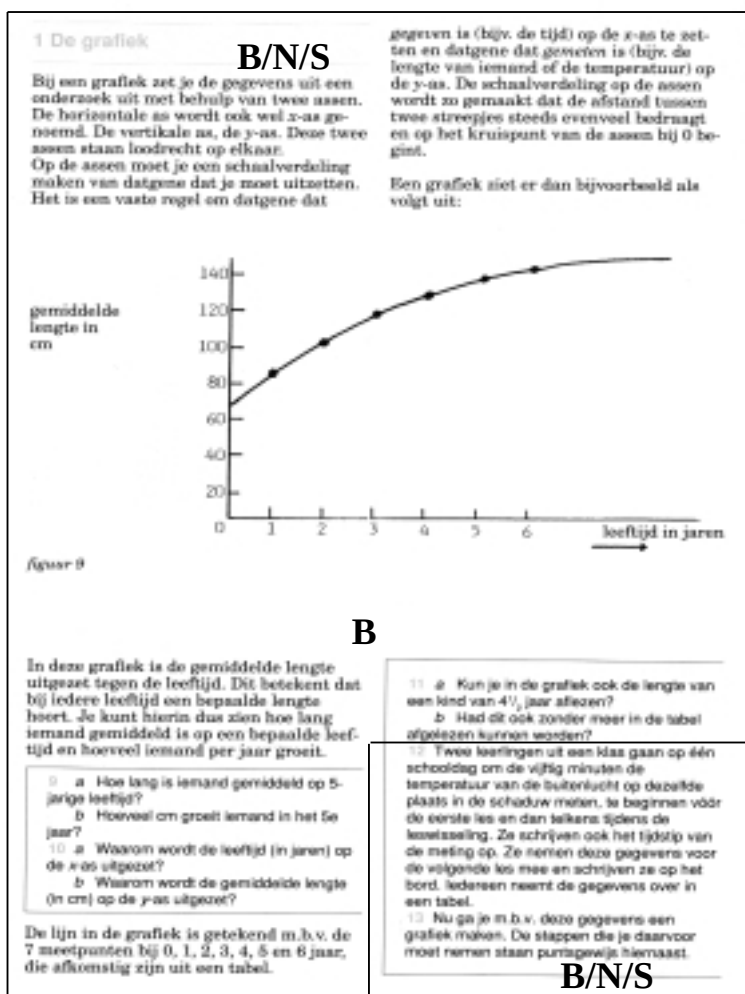
5.4.3 Meervakkige paragrafen met een vaardigheidsbenadering

‘De grafiek’ uit *Natuurwetenschappen 1* (Dijkstra-van Sas et al., 1988)

Deze paragraaf uit het hoofdstuk ‘Diagrammen’ van *Natuurwetenschappen 1* (Dijkstra-van Sas et al., 1988) is een voorbeeld van een meervakkige paragraaf met een vaardigheidsbenadering.

In deze paragraaf wordt de functie van grafieken (biologie, natuur- en scheikunde) besproken. Leerlingen moeten in opdrachten een groeicurve (biologie) interpreteren (zie figuur 11a). Vervolgens wordt behandeld hoe een grafiek getekend wordt (zie figuur 11b). Leerlingen kunnen deze vaardigheid oefenen bij het uitvoeren van een veerexperiment (natuurkunde).

Er is gekozen voor lineaire integratie in deze paragraaf, omdat bepaalde vaardigheden behandeld worden door middel van een lopend betoog.



Figuur 11a. De paragraaf ‘De grafiek’ uit *Natuurwetenschappen 1* (Dijkstra-van Sas et al., 1988, blz. 60), (B = biologie, N = natuurkunde, S = scheikunde).

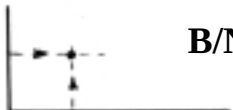
- Zet op grafiekpapier twee assen. Schrijf aan het uiteinde van de assen wat je uitzet.

- Maak een goede schaalverdeling.

- Zoek op de x-as je eerste meetpunt op.

- Zoek op de y-as het aantal graden op dat bij dat eerste meetpunt hoort.

- Trek vanuit beide punten een heel dun stippellijntje. Op het kruispunt van deze twee lijnen zet je een *punt*. Zo'n punt geeft het resultaat van één meting weer.

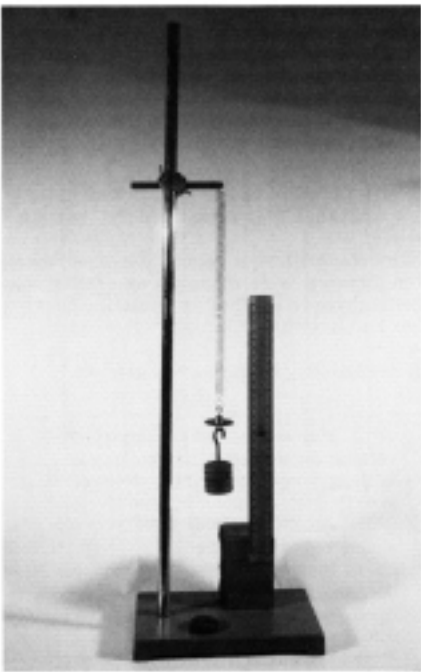


B/N/S

- Doe hetzelfde voor alle andere meetpunten.

- Verbind die punten met elkaar door een vloeiende lijn.

- Gum de stippellijnen weer uit en klaar is de grafiek.



figuur 10

N

Ook de gegevens uit het volgende experiment moet je verwerken tot een grafiek.

Het veerexperiment

Je krijgt een statief, een veer met los daaraan een dun schijfje, een schijfjeshouder met een massa van 50 gram, een aantal schijfjes die ieder ook een massa van 50 gram hebben en een liniaal op een blok. Zie figuur 10.

14 Maak de opstelling zo dat het dunne schijfje aan de veer precies ter hoogte van de 0 op de liniaal hangt.

15 Hang de schijfjeshouder (dus zonder losse schijfjes) aan de veer en meet hoeveel de veer nu uitrekt. Noteer dit. Hang er één schijfje bij en meet opnieuw de uitrekking van de veer. Noteer dit weer. Doe hetzelfde met 2, 3 en 4 schijfjes.

16 Neem onderstaande tabel over in je schrift en vul je meetgegevens uit opdracht 15 netjes in de tabel in.

massa die aan de veer hangt (in gram)	uitrekking van de veer (in cm)
50 (= alleen schijfjeshouder)	
100 (= schijfjeshouder + één schijfje)	
150	
200	
250	

17 Maak van deze gegevens een grafiek.

18 a Hoeveel cm zal de veer uitrekken als je er 75 gram aanhangt?

b Hoeveel cm zal de veer uitrekken als je er 500 gram aanhangt?

Figuur 11b. De paragraaf 'De grafiek' uit Natuurwetenschappen 1 (Dijkstra-van Sas et al., 1988, blz. 61). (B = biologie, N = natuurkunde, S = scheikunde).

6. Zichtbaarheid van vakken

Omdat leerlingen in de bovenbouw een keuze voor profielen en vakken moeten maken, is het gewenst dat ze ook een beeld krijgen van de identiteit van de afzonderlijke vakken. Er zou dan ook overwogen kunnen worden om in een geïntegreerde leergang aan te geven wanneer vanuit welke van de vakken een bijdrage geleverd wordt aan de inhoud. Om die reden is het van belang te laten zien hoe dat in het geselecteerde lesmateriaal wordt aangegeven. In dit hoofdstuk worden enkele voorbeelden besproken ten aanzien van de wijze waarop in hoofdstukken (6.1) en paragrafen (6.2) de vakken zijn geëxpliciteerd.

6.1 Zichtbaarheid van vakken in hoofdstukken

In deze paragraaf worden enkele voorbeelden gegeven, waaruit blijkt hoe de vakken zijn geëxpliciteerd die in hoofdstukken van het geïntegreerde lesmateriaal aan de orde komen.

Science Web Textbook 1 (Horsfall et al., 2001)

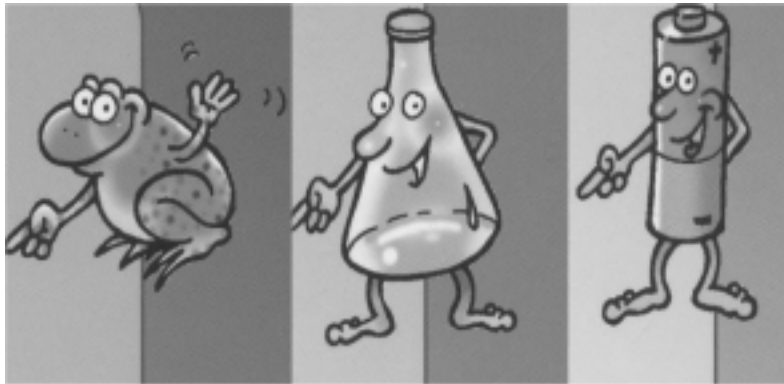
In de inhoudsopgave van deze leergang is aangegeven welke vakken in de hoofdstukken bepaalde onderwerpen behandelen (zie figuur 12). Zo wordt voor leerlingen duidelijk dat de leergang uit drie delen bestaat: een biologisch, chemisch en fysisch deel.

Contents		
BIOLOGY		
UNIT 1	Cells	4
UNIT 2	The environment & feeding relationships	20
UNIT 3	Reproduction	34
UNIT 4	Variation and classification	48
CHEMISTRY		
UNIT 5	The particle theory of matter	62
UNIT 6	Solutions	76
UNIT 7	Acids and alkalis	90
UNIT 8	Simple chemical reactions	104
PHYSICS		
UNIT 9	Energy resources	118
UNIT 10	Electrical circuits	132
UNIT 11	Forces and their effects	146
UNIT 12	The solar system	160

Figuur 12. De inhoudsopgave van *Science Web Textbook 1* (Horsfall et al., 2001, blz. 3).

Hodder Science Pupil's Book A (Heslop et al., 2000)

In de verschillende hoofdstukken staan pictogrammen afgebeeld (zie figuur 13) die refereren naar biologie, scheikunde en natuurkunde. In deze leergang wisselen hoofdstukken met vakinhoud vanuit de biologie, scheikunde of natuurkunde elkaar af.



a. **b.** **c.**
 Figuur 13. Pictogrammen in *Hodder Science Pupil's Book A (Heslop et al., 2000)*.
 Ze verwijzen naar hoofdstukken over biologie (a.), scheikunde (b.) en natuurkunde (c.).

Thema 'Weet jij wat je eet?' (Projectgroep Natuur- en milieu-educatie in het voortgezet onderwijs, 1987)

In de inhoudsopgave van het thema is expliciet aangegeven welke vakken in de verschillende paragrafen aan de orde komen (zie figuur 14). De leerlingen kunnen duidelijk zien dat het thema vanuit aardrijkskunde, biologie en natuurkunde wordt uitgewerkt.

inhoud	
deel 1 oriëntatie 5	deel 4 natuurkunde 45
deel 2 aardrijkskunde 9	1. ons lichaam: motor en kachel 46
1. bio-industrie in Nederland 10	2. rekenen met energie 51
2. bio-industrie en milieu 16	3. energie in zonlicht 53
3. tapioca uit Thailand 19	deel 5 keuze-onderwerpen 59
4. cassave en het milieu 24	deel 6 afsluiting 61
deel 3 biologie 27	index 63
1. groeien, sterk en gezond zijn 28	
2. voedsel en gezond voedsel 31	
3. vlees en planten 34	
4. vlees aan veehouderij 37	
5. vlees en het milieu 40	

Figuur 14. De inhoudsopgave uit het thema 'Weet jij wat je eet?' (Projectgroep Natuur- en milieu-educatie in het voortgezet onderwijs, 1987, blz. 3).

6.2 Zichtbaarheid van vakken in paragrafen

In enkele van de geselecteerde leergangen is in de paragrafen aangegeven welke vakken aan de orde zijn.

Science Web Textbook 1 (Horsfall et al, 2001)

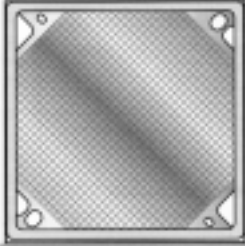
In de hoofdstukken van deze leergang zijn op een aantal plaatsen 'Technology Boxen' opgenomen. Daarin worden onderwerpen behandeld die te maken hebben met techniek, waardoor het vak techniek expliciet zichtbaar is gemaakt (zie figuur 15).

TECHNOLOGY BOX

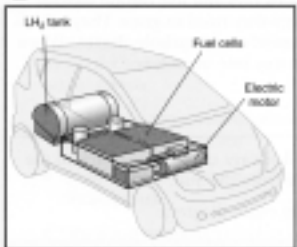
A fuel cell is like a battery but it generates electricity using hydrogen and oxygen as fuels. The two gases meet at the central membrane and combine with each other to make pure water and generate electricity.

Many major car manufacturers have now decided to build electric cars that run on hydrogen fuel cells. Daimler-Chrysler plans to be turning out 100,000 engines running on hydrogen fuel cells each year by 2005. These engines will power their Mercedes A class as well as other cars. It is likely that in the 21st century most cars will be driven by hydrogen.

The prototype Nacar 4 has its fuel cells under its floor. The liquid-hydrogen fuel is stored in a special low-temperature tank. The oxygen needed comes from the air. These two gases are fed to the fuel cells and a condenser captures waste water. An air-cooled radiator gets rid of waste heat.



9.21 Inside a fuel cell



9.22 Diagram of Nacar 4

The problem with using liquid hydrogen is that it must be kept very cold. The low-temperature tanks are heavy and expensive. Scientists are hoping to develop cheaper ways to store the hydrogen safely.

Scientists are making great progress developing fuel cell vehicles. Ford's P2000HFC zero-emission vehicle is slightly larger than a Mondeo and weighs 1520 kg. It can accelerate from 0 to 62 mph in 14 seconds (compared with 10.7 seconds for the 1.8 Mondeo and 14.7 for the diesel engine version).

Fuel cells already power zero-emission buses in Vancouver and Chicago. A 12 m vehicle powered by a fuel cell can cover up to 250 miles. And of course the electricity from a fuel cell could just as easily provide power for your home. You could even predict a scenario in which your house is plugged into your car for its power!

20 What are the advantages of using fuel cells?

21 Describe one disadvantage of fuel cells. Why is this a problem?

22 Explain how Cyrus Harding's prediction has come true.

Find out more about zero emission cars at ► www.scienceweb.co.uk

Figuur 15. Een gedeelte van een 'Technology Box' uit Science Web Textbook 1 (Horsfall et al., 2001, blz. 129).

Science Directions 7 (Durward et al., 1989)

In de hoofdstukken van deze methode komen soms delen voor die gewijd zijn aan 'Science and Technology in Society'. Hierin wordt de invloed behandeld van ontwikkelingen uit de natuurwetenschappen en techniek op de maatschappij. In dit voorbeeld (zie figuur 16) wordt duidelijk dat technologisch geavanceerde protheses ontwikkeld kunnen worden.

Science and Technology in Society

A Helping Hand—and Elbow—for Kids

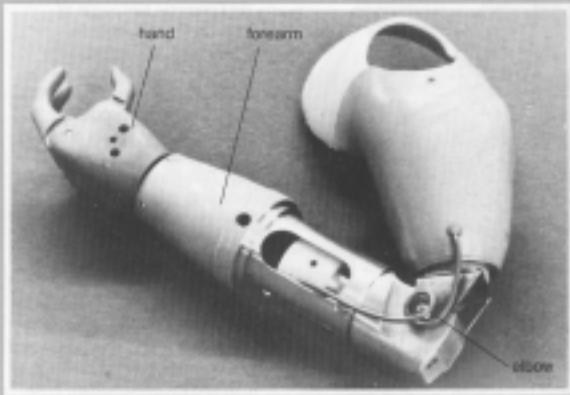
When someone is born without a limb or loses one in an accident, he or she may need an artificial limb. Designing an artificial body part presents a real challenge. The designer wants it to work as much as possible like the part it replaces. Suppose you were designing an artificial hand and arm for a child. Here are some of the things you would have to consider.

1. *How should the arm be moved?* A natural arm and hand have many different joints, which are moved by muscles. What could be used instead?
2. *How heavy can it be?* It must be made of lightweight materials, or it will be too awkward for the child to use.
3. *How strong should the materials be?* The child needs the arm every day, so it must work without breaking down.
4. *How should it look?* It should match a natural arm in shape and colour.

Here is one solution to these problems. This child-sized device includes an artificial elbow, lower arm, and hand. It was designed in Canada, at the Hugh MacMillan Medical Centre.

This artificial hand operates *myoelectrically*, using muscles and electricity. (*Myo* comes from the Greek word for "muscle.") Just before a person flexes a muscle, it gives off a tiny burst of electricity. The myoelectric hand can use this electricity. The child learns to flex a muscle that sends an electric signal to the hand. Sensitive switches in the hand pick up the tiny signal and transmit it to a small, battery-powered motor. This motor then makes the hand move.

The hand has a thumb and two fingers which can meet in a strong pinching movement. A soft vinyl glove, matched to the child's skin colour, covers the hand. The glove has a full set of fingers with outlines of nails and knuckles. Unless you look closely, it's hard to tell the glove from a natural hand. The hand can open and close about 500 000 times before it needs repairs.



This artificial arm is for an eight-year-old child.

Figuur 16. Een gedeelte van een 'Science and Technology in Society' sectie uit de leergang *Science Directions 7* (Durward et al., 1989; blz. 126).

7. Conclusies en aanbevelingen

Conclusies

Deze studie richtte zich op analyse van geïntegreerd lesmateriaal voor natuur en techniek. Daarbij ging het met name om een onderscheid te maken tussen verschillende typen van vakkenintegratie.

Om verschillende typen vakkenintegratie te kunnen onderscheiden werd een conceptueel kader ontwikkeld, dat het mogelijk maakt vakkenintegratie zowel op het niveau van een hoofdstuk van een leergang als op het niveau van paragrafen van een hoofdstuk te beschouwen. Achtereenvolgens werd vastgesteld:

- in hoeverre hoofdstukken en paragrafen één- of meervakkig waren en of daarbij gebruik werd gemaakt van disciplinaire aanleer- en/of toepassingscontexten;
- of gebruik werd gemaakt van een conceptuele, thematische of vaardigheidsbenadering;
- of gebruik werd gemaakt van een radiaire of een lineaire structuur.
- Voor de analyse werd een tiental Engelstalige en Nederlandstalige leergangen geselecteerd.

Op grond van de analyses kan geconcludeerd worden dat in geïntegreerd lesmateriaal integratie met name zichtbaar is op het niveau van een hoofdstuk. Veel paragrafen zijn éénavkig. Bovendien kan geconstateerd worden dat vrijwel alle categorieën van één- en meervakke paragrafen werden aangetroffen, dat alle drie de benaderingen zijn aangetroffen, evenals beide typen structuren. Daarbij moet wel opgemerkt worden dat lineaire structuren relatief weinig werden aangetroffen.

Opmerkelijk is voorts dat in de geanalyseerde leergangen slechts incidenteel gekozen is voor de vaardigheidsbenadering. Is daar een verklaring voor te geven? Naar onze mening kan de incidentele keuze voor de vaardigheidsbenadering niet zonder meer toegeschreven worden aan de geringe(re) nadruk die op bijvoorbeeld onderzoeksvaardigheden wordt gelegd. In een deel van het geanalyseerde materiaal wordt daar wel degelijk aandacht aan besteed. De slechts incidentele keuze voor een vaardigheidsbenadering zou verklaard kunnen worden door het gegeven dat in een vaardigheidsbenadering een koppeling aan specifieke inhouden noodzakelijk is en er kennelijk veelal voor gekozen is om de inhoudelijke opeenvolging te laten prevaleren. Vaardigheden kunnen dus kennelijk als een rode draad in een leergang worden uitgewerkt, zonder dat ze sterk bepalend zijn voor de structuur van de leergang.

Gezien het feit dat van bijna alles wat in het conceptuele kader onderscheiden werd ook voorbeelden werden aangetroffen, kan geconcludeerd worden dat het conceptuele kader het inderdaad mogelijk maakt om verschillende vormen van geïntegreerd lesmateriaal van elkaar te onderscheiden.

Opvallend is ook dat in sommige van de geïntegreerde leergangen gekozen is om de bijdragen die de verschillende vakken leveren zichtbaar te maken. Wij zijn van mening dat het voor leerlingen van belang is om ook binnen een geïntegreerde leergang kennis van de identiteit van de afzonderlijke vakken te ontwikkelen, omdat zij na de basisvorming een keuze moeten maken voor een richting of profiel waarin de afzonderlijke vakken op het rooster staan. Daartoe kan naar onze mening niet worden volstaan met het zichtbaar maken van de vakken, maar moet daarnaast ook expliciet aandacht besteed worden aan de identiteit van de vakken.

Aanbevelingen voor keuze van geïntegreerd lesmateriaal

Met behulp van het conceptuele kader en de in hoofdstukken 4 en 5 gepresenteerde voorbeelden zijn secties natuur en techniek naar onze mening in staat om een keuze te maken uit bestaand geïntegreerd lesmateriaal dat door uitgevers wordt aangeboden of materiaal dat door collega's van andere scholen beschikbaar wordt gesteld. De procedure, die we daarvoor aanbieden, heeft alleen betrekking op het geïntegreerd karakter van lesmateriaal en niet op allerlei andere aspecten die bij de keuze van lesmateriaal worden gewogen. We zouden daarbij de volgende werkwijze willen adviseren.

1. Bediscussieer met elkaar wat de aantrekkelijke en minder aantrekkelijke kanten zijn van de conceptuele en thematische benadering en de vaardigheidsbenadering, en maak een keuze voor één of meer van deze benaderingen. Formuleer eveneens een gemeenschappelijk standpunt over de noodzaak om bij de gekozen benadering(en) gebruik te maken van aanleer- en/of toepassingscontexten.
2. Selecteer geïntegreerde leergangen of eventueel los verkrijgbare geïntegreerde thema's en bepaal welke van de drie benaderingen in deze leergangen en/of thema's worden gehanteerd.
3. Bepaal welke hoofdstukken en paragrafen meervakkig zijn en bepaal in hoeverre in meervakke hoofdstukken of paragrafen gebruik gemaakt wordt van aanleer- en/of toepassingscontexten.
4. Stel vast in hoeverre en op welke wijze in de geselecteerde leergangen en/of thema's aandacht besteed wordt aan de identiteit van de betreffende vakken.
5. Weeg sterke en zwakke punten van het geselecteerde lesmateriaal tegen elkaar af en bepaal de beste keuze. Maak afspraken over de wijze waarop geconstateerde zwakke punten kunnen worden verholpen.

Aanbevelingen voor ontwikkeling van geïntegreerde leergangen

Op grond van de analyses van geïntegreerde leergangen met behulp van het conceptuele kader doen we hier een aantal aanbevelingen die van belang kunnen zijn voor de ontwikkeling van geïntegreerde leergangen voor natuur en techniek in de basisvorming. De aanbevelingen hebben we weergegeven in de vorm van een procedure; dat wil zeggen dat aangegeven is in welke volgorde een aantal belangrijke keuzen gemaakt of uitgewerkt dienen te worden.

Bedacht moet worden dat de keuze of uitwerking in een volgende stap het wenselijk kan maken om al eerder gemaakte keuzen te heroverwegen of verder uit te werken. Er kan dus niet zonder meer van uit worden gegaan dat de procedure lineair kan doorlopen worden. Bij de ontwikkeling van de procedure zijn we van de volgende punten uitgegaan:

- a) De te ontwikkelen leergang voor natuur en techniek dient een volledige dekking te hebben met de hedendaagse of later geldende kerndoelen. Daarnaast kan eventueel (in beperkte mate) gebruik worden gemaakt van vrije ruimte.
- b) De procedure heeft alleen betrekking op de wijze waarop vakkenintegratie uitgewerkt kan worden en niet op allerlei andere zaken die van belang zijn voor het uitgavenconcept of voor nadere didactische uitwerking. De keuzen die ten aanzien daarvan gemaakt worden kunnen voor een deel bepalend zijn voor de wijze waarop de vakkenintegratie wordt uitgewerkt, zodat het de voorkeur verdient deze keuzen zoveel mogelijk vooraf te maken.
- c) De te ontwikkelen leergang dient als geheel te worden ontworpen, omdat alleen dan gegarandeerd kan worden dat de leergang voldoende consistentie en interne samenhang heeft.

Procedure voor ontwikkeling van een geïntegreerde leergang natuur en techniek

1. Maak een keuze voor een conceptuele, thematische en/of vaardigheidsbenadering. De drie benaderingen zijn in sterke mate bepalend voor de structuur van de leergang en de inhoudelijke afbakening van de verschillende hoofdstukken.
2. Identificeer thema's, vakoverstijgende concepten en/of vaardigheden die structurerend voor de leergang moeten zijn. Houd daarbij rekening met de kerndoelen die uitgewerkt moeten worden. Identificeer desgewenst ook thema's, vakoverstijgende concepten en/of vaardigheden voor de vrije ruimte.
3. Onderscheid hoofdstukken en geef voor ieder van de hoofdstukken aan voor welke benadering van vakkenintegratie is gekozen, welke kerndoelen daarin worden uitgewerkt en welke vakken een bijdrage aan de uitwerking van de kerndoelen kunnen leveren. Zorg er voor dat alle kerndoelen in tenminste één van de hoofdstukken ondergebracht worden. Houd desgewenst rekening met de maximale omvang van hoofdstukken of met het aantal uren dat aan de hoofdstukken besteed kan worden. Sommige hoofdstukken zullen éénvakkig zijn, andere meervakkig. Verdeel de hoofdstukken over de (beide) leerjaren en stel een voorlopige volgorde vast.
4. Onderscheid desgewenst één of meer doorlopende leerlijnen die in meerdere hoofdstukken van de leergang uitgewerkt dient of dienen te worden, bijvoorbeeld voor vaardigheden of voor begrippen die om een meer stapsgewijze opbouw vragen. Werk de leerlijnen schematisch uit en omschrijf de bijdrage die in de verschillende hoofdstukken aan doorlopende leerlijnen geleverd kan worden.
5. Geef voor elk van de hoofdstukken aan in hoeverre er aangesloten wordt op wat er in eerdere hoofdstukken al aan de orde is geweest en hoe daarnaar verwezen kan worden. Stel, indien noodzakelijk, de volgorde of inhoudelijke definiëring van de thema's bij.
6. Bepaal in welke hoofdstukken aandacht besteed kan worden aan de identiteit van de vakken die voor leerlingen in het vervolgonderwijs van belang kunnen zijn. Leg vast op welke wijze de bijdrage van de verschillende vakken zichtbaar wordt gemaakt.
7. Werk elk hoofdstuk uit in een aantal paragrafen en omschrijf wat er in de paragrafen aan de orde dient te komen. Stel voor de inleidende paragraaf, en eventueel ook voor de volgende paragrafen vast welke (disciplinaire) aanleercontext(en) gebruikt kunnen worden. Bepaal ook voor de slotparagraaf, en eventueel voor de daaraan voorafgaande paragrafen, vast van welke (disciplinaire) toepassingscontext(en) gebruik kan worden gemaakt.
8. Stel voor ieder meervakkig hoofdstuk en de daarin onderscheiden meervakkige paragrafen vast of bij uitwerking een radiaire of lineaire structuur wordt gehanteerd. Verwacht kan worden dat een lineaire structuur vooral relevant is voor uitwerking van thematische hoofdstukken en paragrafen.
9. Werk een meervakkig hoofdstuk met enkele meervakkige paragrafen volledig uit en bepaal of er ten aanzien van de wijze waarop vakkenintegratie wordt uitgewerkt nog aanvullende keuzen gemaakt moeten worden of dat gemaakte keuzen herzien dienen te worden.

Literatuur

Annink, H., Greven, J. & Vliet, E. van (1984). *'Zo mogelijk in samenhang'. Doel, structuur en inhoud van sociale wereldoriëntatie*. Enschede: SLO.

Berlin, D.F. & White, A.L. (1992). *The Berlin-White Integrated Science and Mathematics Model*. School Science & Mathematics, 94 (1), 2-4.

Berlin, D.F. & White, A.L. (1994). *Report from the NSF/SSMA Wingspread Conference; a network from integrated science and mathematics teaching*. School Science & Mathematics, 92 (6), 340-342.

Boeker, E., Eijkelhof, H.M.C., Raat, J.H. en Swager, J.A. (1979). *Overleven in vrijheid. Wetenschap en samenleving op school*. Amsterdam: Meulenhoff Informatief.

Boersma, K.Th. & De Kievit, R.J. (1989). *Typering van curricula voor geïntegreerd natuurwetenschappelijk onderwijs. Een analyse van de aard en mate van vakkenintegratie*. Tijdschrift voor Didactiek der ?-Wetenschappen, 7(3), 209-225.

Czerniak, C.M., Weber, W.B., Sandmann, A. & Ahern, J. (1999). *A literature review of science and mathematics integration*. School Science & Mathematics, 99 (8), 421-430.

Davidson, D.M., Miller, K.W. & Methany, D.L. (1995). *What does integration of science and mathematics really mean?* School Science & Mathematics, 95 (5), 226-230.

Eijkelhof, H.M.C. (1999). *Vakkenintegratie natuurwetenschappen in de eerste fase van het voortgezet onderwijs: droom of nachtmerrie*. Discussiepaper in opdracht van Stichting Axis.

Geraedts, C.L., Boersma, K.Th., Huijs, H.A.M. en Eijkelhof, H.M.C. (2001). *Ruimte voor SONaTe. Onderzoek naar good practice op het gebied van samenhangend onderwijs in natuur en techniek in de basisvorming*. Delft: Stichting AXIS.

Häussler, P. (1973). Bisherige Ansätze zu disziplin-übergreifenden naturwissenschaftlichen Curricula – Eine Übersicht. In: K. Frey & P. Häussler (Hrsg.). *Integriertes Curriculum Naturwissenschaft: Theoretische Grundlagen und Ansätze*. Weinheim/Basel: Beltz Verlag, 31-69.

Huntley, M.A. (1998). *Design and implementation of a framework for defining integrated mathematics and science education*. School Science & Mathematics, 98 (6), 320-327.

Hurley, M. (2001). *Reviewing integrated science and mathematics: the search for evidence and definition from new perspectives*. School Science & Mathematics, 101 (5), 259-271.

Inspectie van het Onderwijs (1999). *Werk aan de basis. Evaluatie van de basisvorming na vijf jaar*. Utrecht: Inspectie van het Onderwijs.

Kievit, R.J. de & Hondebrink, J.G. (1987). *Schets voor natuuronderwijs (2e versie). Tussentijdse neerslag voor uitgangspunten en inhouden voor natuuronderwijs voor 12-16 jarigen*. Enschede: SLO.

Lonning, R.A. & DeFranco, T.C. (1997). *Integration of science and mathematics: a theoretical model*. *School Science & Mathematics*, 97 (4), 212-215.

Onderwijsraad (2001). *De basisvorming: aanpassingen en toekomstbeeld. Voorstellen voor de korte termijn en een verkenning voor de lange termijn*. Onderwijsraad, 20010428/592.

Parreren, C.F. van (1991). *Ontwikkeland onderwijs*. Leuven/Amersfoort: Acco, 5de druk.

Zegers, G.E., Boersma, K.Th., Wijers, M., Pilot, A. en Eijkelhof, H.M.C. (2002). *SONaTe in het studiehuis. Onderzoek naar good practice op het gebied van samenhangend onderwijs in natuur en techniek in de tweede fase*. Delft: Stichting AXIS.

Lesmateriaal

Bausor, J.I., Hall, W.C. & Mowl, B.S. (1974). *Patterns 3 Energy*. London: Longman Group Limited/ Harmondsworth (Middlesex): Pinguin Books Limited.

Campbell, B., Lazonby, J., Millar, J. Smyth, S. (1997). *Science, The Salters' Approach GCSE (year 10 units)*. Oxford: Heinemann Educational Publishers.

Dijkstra-van Sas, J.F., Albregtse, A.J. en Walaardt, E.W. (1988/9). *Natuurwetenschappen deel 1 en 2*. Leiden: Spruyt, Van Mantgem en De Does b.v..

Durward, W.C., Grace, E.S., Krupa, G., Krupa M., Hirsch, A.J., Spalding, D.A.E., Baker, B.J. & Wohl, S.M. (1989). *Science Directions 7*. Toronto: John Wiley & Sons Canada Limited/ Edmonton: Arnold Publishing.

Heslop, N., Brodie, D. & Williams, J. (2000). *Hodder Science Pupil's Book A*. London: Hodder & Sloughton.

Hondebrink, H. (1985). *Thema 'Mijn kleren'*. Enschede: Stichting Leerplan Ontwikkeling.

Horsfall, P. & O'Brien, P. (2001). *Science Web Textbook 1*. Cheltenham: Nelson Thornes.

Projectgroep Natuur- en milieu-educatie in het voortgezet onderwijs (1987). *Thema 'Weet jij wat je eet?'*. Utrecht: Grafisch Bedrijf OMI.

Scholte, H. (1998). *Natuurverkenning*. Hengelo: Scholengemeenschap Twickel.