



●
●
● Het implementeren
van contexten in
onderwijsmateriaal

Een ontwerp- en analyse-instrument voor de natuurwetenschappelijke vakken

SLO • nationaal expertisecentrum leerplanontwikkeling

slo



Het implementeren van contexten in onderwijsmateriaal

Een ontwerp- en analyse-instrument voor de natuurwetenschappelijke vakken

Mei 2016

slo

nationaal
expertisecentrum
leerplan-
ontwikkeling

Verantwoording



2016 SLO (nationaal expertisecentrum leerplanontwikkeling), Enschede

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

Auteurs: Gerret Sanders, Maarten Pieters, Herman Schalk, Frans Carelsen, Koos Kortland

Informatie

SLO

Afdeling: tweede fase

Postbus 2041, 7500 CA Enschede

Telefoon (053) 4840 666

Internet: www.slo.nl

E-mail: tweedefase@slo.nl

AN: 3.7494.683

Inhoud

1. Inleiding	5
2. Terminologie en motivatie	7
3. Het concept-contextvenster	9
Introductie in het venster met de kwadranten	9
A. Illustratieve context	11
B. Verbindende context	12
C. Centrale context	12
D. Context op afstand	12
4. Toelichting bij het stappenplan	13
Vooraf	13
Fase 1: Onderwerpkeuze	15
Fase 2: Brainstormen	15
Fase 3: Matrix	16
Fase 4: Ontwerpen en schrijven	17
Fase 5: Controleren en verbeteren	17
Bijlage 1 Geanalyseerde methoden	21
Bijlage 2 Voorbeelden lesmateriaal scheikunde	23
Bijlage 3 Voorbeelden lesmateriaal biologie	33
Bijlage 4 Voorbeelden lesmateriaal natuurkunde	47

1. Inleiding

Wat kun je en wat moet je met contexten? Die vraag werd SLO herhaaldelijk gesteld, toen bleek dat de vernieuwde examenprogramma's voor de natuurwetenschappelijke vakken in havo en vwo, in 2013 landelijk ingevoerd, in hun eindtermen aangeven dat de kandidaten hun kennis *in contexten* moeten kunnen gebruiken. De adviezen van de vernieuwingscommissies pleitten ook voor uitwerking van de *concept-contextbenadering* in lesmateriaal, onderwijsactiviteiten en toetsopgaven. Ook bij andere vakken, zoals economie of maatschappijwetenschappen, verwezen nieuwe examenprogramma's naar het gebruik van contexten.

Geprikkeld door de vraag wat je met contexten kunt en moet, hebben SLO-collega's Lucia Bruning en Berenice Michels verschillende soorten uitwerkingen in de praktijk en in de literatuur onderzocht. Zij analyseerden in welke gradaties contexten voor de selectie van leerstof kunnen worden gebruikt, en hoe die gecombineerd kunnen worden met verschillende soorten gebruik van contexten in de didactische uitwerking. Het leverde een viertal typische concept-contextbenaderingen op, die zij ordenden in een zogeheten *concept-contextvenster*. Ook stelden zij een ordening op van soorten contexten, die samen met de indeling van het concept-contextvenster nuttig kan zijn bij het ontwerpen of selecteren van lesmateriaal. Het onderzoek resulteerde in de SLO-publicatie *Concept-contextvenster: Zicht op de wisselwerking tussen concepten en contexten in het bèta-onderwijs* (Bruning & Michels, 2013).¹

Bij presentaties van het concept-contextvenster aan leraren of auteurs, kwam de vraag naar voren hoe dit venster in een stap-voor-stapbenadering bij het ontwerpen of selecteren van lesmateriaal of lessenseries gebruikt zou kunnen worden. Uit die vraag is deze publicatie voortgekomen: de auteurs presenteren een stappenplan, gebaseerd op het concept-contextvenster, dat kan helpen bij het ontwerpen van lesmateriaal of lessenseries, of bij het kiezen van reeds ontwikkeld materiaal.

Voor het ontwerp van dit stappenplan zijn enkele tientallen hoofdstukken uit verschillende methodes voor de vakken scheikunde, natuurkunde en biologie geanalyseerd met behulp van de categorieën uit de publicatie *Concept-Contextvenster*. Deze analyses, gecombineerd met gesprekken met enkele auteurs en uitgevers over het ontwerpen van lesmateriaal in de praktijk, hebben geleid tot een aanscherping van definities en tot het stappenplan dat u in deze publicatie vindt, als instrument voor het ontwerpen of selecteren van lesmateriaal. Het instrument leidt u langs een aantal vragen die u helpen, uw eigen uitgangspunten bij ontwerpen of kiezen van materiaal te verhelderen. De antwoorden op die vragen bieden u een overzicht van de opzet die vermoedelijk uw voorkeur heeft. Het instrument komt uiteraard niet in de plaats van uw eigen beoordeling, maar is er een hulpmiddel bij.

Hoofdstuk 2 van deze publicatie definieert beknopt de termen *concept* en *context*, en geeft de motivaties weer voor het gebruik van contexten. Hoofdstuk 3 zet het concept-contextvenster uiteen. Deze twee hoofdstukken bieden de basiskennis die noodzakelijk is voor het gebruik van het stappenplan. Voor meer achtergrondinformatie verwijzen we naar de publicatie *Concept-contextvenster*. Hoofdstuk 4 beschrijft de opbouw van het stappenplan, met een toelichting op elke stap en de gebruikte terminologie. Ook legt het uit hoe conceptversies van materiaal geanalyseerd en gecontroleerd kunnen worden aan de hand van het concept-contextvenster. De bijlagen beschrijven bestaand lesmateriaal dat de verschillende typeringen van het venster illustreert..

¹ Bruning, L., & Michels, B. (2013). *Concept-contextvenster: Zicht op de wisselwerking tussen concepten en contexten in het bèta-onderwijs*. Enschede: SLO. <http://downloads.slo.nl/Repository/concept-contextvenster.pdf>

2. Terminologie en motivatie

Deze publicatie bouwt voort op de studie die is beschreven in *Concept-contextvenster: Zicht op de wisselwerking tussen concepten en contexten in het bèta-onderwijs* (Bruning & Michels, 2013). De terminologie uit die studie is vrijwel exact in deze publicatie overgenomen.

Wij definiëren **concepten**, evenals Bruning en Michels, als 'mentale beelden die verwijzen naar belangrijke ideeën uit de natuurwetenschap'. In de biologie kan 'de cel' als concept worden gezien, in de natuurkunde is 'radioactiviteit' een goed voorbeeld.

Voor het begrip **context** gebruiken we als definitie 'een situatie of probleemstelling die voor leerlingen betekenis heeft en/of herkenbaar is'. Deze definitie is een aangepaste versie van de definitie zoals te vinden in *Concept-contextvenster*. Die luidde: 'de omgeving waarin het leren plaatsvindt: een situatie of probleemstelling die voor leerlingen betekenis heeft of krijgt door de uit te voeren leeractiviteiten.' Deze definitie is op drie punten aangepast.

- 'De omgeving' is vervangen door 'situatie of probleemstelling', om spraakverwarring met de brede term 'leeromgeving' te voorkomen.
- De herkenbaarheid voor leerlingen is toegevoegd. Sommige contexten die niet meteen een betekenis voor leerlingen hebben, kunnen toch goed werken in het onderwijs als ze tenminste herkenbaar zijn.
- Het woord 'krijgt' is verwijderd, om in de definitie scherper af te bakenen dat de term 'context' gereserveerd wordt voor situaties die al vóór de onderwijsleersituatie betekenisvol en/of herkenbaar voor leerlingen zijn. Typische schoolvoorbeelden vallen daarmee buiten de definitie van 'context', wat onverlet laat dat die schoolvoorbeelden een didactische functie kunnen hebben, bijvoorbeeld als model of metafoor voor een ander verschijnsel.

Voor de motivatie van het gebruik van contexten baseren we ons op dezelfde vijf claims die *Concept-contextvenster* voor dat gebruik in natuurwetenschappelijk onderwijs hanteert:

- A. Vakoverstijgende contexten kunnen samenhang tussen vakken zichtbaar maken.
- B. Contexten dragen bij aan een accurater beeld bij leerlingen van bèta en techniek.
- C. Contexten dragen bij aan betekenisvol leren en versterken bij veel leerlingen de motivatie en attitude.
- D. Contexten geven betekenis aan concepten en zijn mede bepalend voor wat leerlingen leren.
- E. Afwisseling in contexten is nodig voor transfer van kennis en vaardigheden.

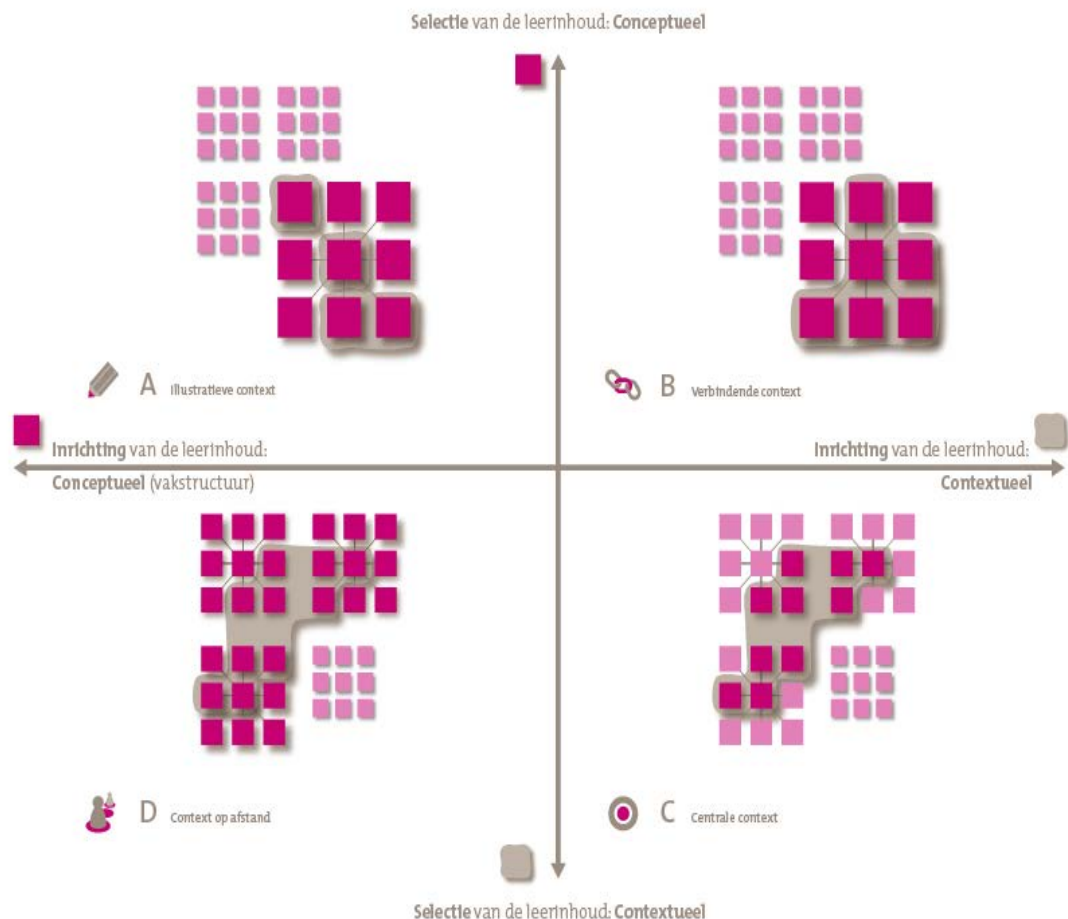
Claim A is een antwoord op de vraag naar meer afstemming tussen vakken. Claims B en C spelen in op de doelstelling 'promoten van natuurwetenschappen'. Claims D en E verwijzen naar het belang dat wordt gehecht aan een wisselwerking tussen concepten en contexten, opdat leerlingen concepten wendbaar (binnen verschillende contexten) kunnen toepassen. Het stappenplan, uitgewerkt in hoofdstuk 4, is ontworpen met deze meervoudige motivatie in het achterhoofd. We raden gebruikers van het instrument aan om dit ook in gaten te houden tijdens het proces van ontwerpen of selecteren van lesmateriaal of lessenseries.

3. Het concept-contextvenster

Introductie in het venster met de kwadranten

Het instrument in deze publicatie (zie hoofdstuk 4) is gebaseerd op het **concept-contextvenster** (figuur 1, Bruning en Michels, 2013, p. 29). Dit venster deelt vormen van concept-contextonderwijs grofweg in vier kwadranten in. In de praktijk hebben vormen van concept-contextonderwijs eigenschappen van meerdere kwadranten, maar meestal toch wel met een duidelijk accent in één van de vier.

Het is van belang om te beseffen dat de kwadranten staan voor mogelijke manieren waarop contexten in het onderwijs worden uitgewerkt of gebruikt. Een willekeurige context heeft dus niet inherent een plaats in het venster, maar krijgt die door de manier waarop hij binnen een methode of hoofdstuk is uitgewerkt. Het doel van dit venster is dan ook dat auteurs een beeld krijgen van de verschillende manieren waarop ze elke context kunnen uitwerken, zodat ze een onderbouwde keuze kunnen maken. Ook kan het venster achteraf gebruikt worden ter analyse van een ontwerp.



Figuur 1. Het concept-contextvenster.

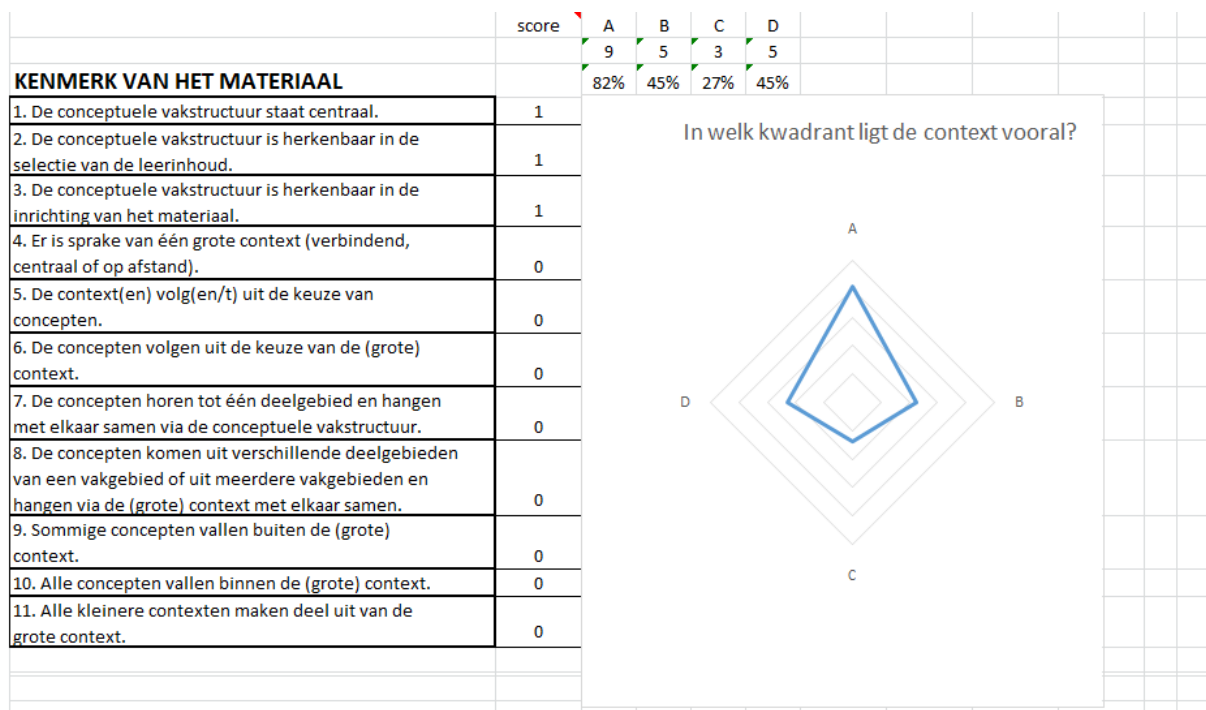
De kwadranten van het venster worden gevormd door twee assen. Links-rechts geeft een verschil in inrichting aan, boven-onder een verschil in hoe de leerinhoud is geselecteerd. Een ruw overzicht van de eigenschappen van elk kwadrant wordt gegeven in tabel 1.

Tabel 1. *Eigenschappen van de kwadranten (Bruning en Michels, 2013, p. 37)*

Kenmerk:	A - illustratieve context	B - verbindende context	C - centrale context	D - context op afstand
1. De conceptuele vakstructuur staat centraal.	x			
2. De conceptuele vakstructuur is herkenbaar in de selectie van de leerinhoud.	x	x		
3. De conceptuele vakstructuur is herkenbaar in de inrichting van het materiaal.	x			x
4. Er is sprake van één grote context (verbindend, centraal of op afstand).		x	x	x
5. De context(en) volg(en/t) uit de keuze van concepten.	x	x		
6. De concepten volgen uit de keuze van de (grote) context.			x	x
7. De concepten horen tot één deelgebied en hangen met elkaar samen via de conceptuele vakstructuur.	x	x		
8. De concepten komen uit verschillende deelgebieden van een vakgebied of uit meerdere vakgebieden en hangen via de (grote) context met elkaar samen.			x	x
9. Sommige concepten vallen buiten de (grote) context.	n.v.t.	x		x
10. Alle concepten vallen binnen de (grote) context.	n.v.t.		x	
11. Alle kleinere contexten maken deel uit van de grote context.	n.v.t.		x	

In de praktijk vertonen veel uitwerkingen van onderwijs in concepten en contexten eigenschappen uit meerdere kwadranten. Het is niet vanzelfsprekend dat uit een analyse puur gebaseerd op figuur 1 dezelfde conclusie volgt als uit een analyse die tabel 1 erbij neemt. Het is goed dat ontwerpers zich realiseren dat er veel variaties en combinaties mogelijk zijn.

De kenmerken uit tabel 1 kunnen ook gebruikt worden als hulpmiddel om lesmateriaal of ontwerpen daarvoor ruwweg te scoren. In een tabel ² kunnen de scores per kenmerk ingevuld worden, waarna grafisch het overheersende kwadrant wordt weergegeven. Figuur 2 geeft een voorbeeld van zo'n invuloefening.



Figuur 2.: Voorbeeld van het gebruik van tabel 1.

In de praktijk zien we dat een hoofdstuk of module nooit volledig aan alle kenmerken van één kwadrant voldoet. Zo kan een hoofdstuk meerdere verbindende contexten hebben (kenmerk 4). Ook geldt bij de context op afstand kenmerk 6 niet voor alle concepten. Deze relativering wordt echter vooral duidelijk bij kenmerk 11. Een groot deel van het onderzochte materiaal dat hoog bleek te scoren in kwadrant C ('Centrale context') blijkt namelijk toch kleine, losstaande contexten te bevatten naast de grote context.

De vier kwadranten worden hieronder verder toegelicht.

A. Illustratieve context

De uitwerking van een context is altijd gebaseerd op zijn plaats in het grotere ontwerp. De illustratieve context illustreert een gegeven concept. Dat betekent dat deze context gekozen is naar aanleiding van een specifiek concept. Docenten en leerlingen zullen het concept als onderwerp zien, met de context als bijbehorend voorbeeld. Illustratieve contexten worden vaak maar kort behandeld en zijn daarom makkelijk overal in te passen. Dit soort contexten werd ook al vaak gebruikt in 'klassiek' lesmateriaal.

² Te vinden op

<http://downloads.slo.nl/Documenten/Kenmerken%20contextmateriaal%20grafisch%20weergegeven.xlsx>

B. Verbindende context

Een verbindende context is een context die goed past bij meerdere gekozen samenhangende concepten. Hierbij zijn de gekozen concepten vaak aan de hand van de context ingedeeld. Leerlingen zullen denken dat het materiaal als onderwerp een context (zoals 'historische onderzoekers' in de Nieuwe-Scheikundemodule *De Nobelprijs*) heeft, terwijl de docent zich realiseert dat de stof aan de hand van een concept (zoals 'het atoommodel') is gekozen. Er is ruimte voor concepten die buiten de context vallen.

Een ander voorbeeld van een verbindende context is te vinden in de eindopdracht over snorkelen in het hoofdstuk 'Gaswisseling en uitscheiding' van *Biologie voor Jou* (Malmberg, 5H). Aan de hand van de context 'snorkelen' worden verschillende concepten over ademhaling getoetst.

C. Centrale context

Een centrale context loopt als rode draad door het materiaal. De keuze en indeling van concepten is afhankelijk van wat er nodig is voor leerlingen om de context te begrijpen of te kunnen gebruiken ('need-to-know'), en staat los van de conceptuele vakstructuur. Dit soort lesmateriaal bestaat soms uit open opdrachten, waarbij van te voren niet geheel duidelijk is welke concepten aan bod komen. Ook leent een centrale context zich voor concepten uit meerdere vakken (interdisciplinair lesmateriaal). Een voorbeeld van een centrale context is te vinden in *Newton Natuurkunde* (ThiemeMeulenhoff 6V). Het hoofdstuk 'Zonnestelsel en heelal' behandelt vooral concepten uit het subdomein 'Elektromagnetische straling en materie' en heeft het heelal als centrale context.

D. Context op afstand

Bij de context op afstand is de context het onderwerp, waarbij passende concepten zijn gezocht. Het materiaal is wel conceptueel ingericht. Een voorbeeld is het theoriegedeelte van het hoofdstuk 'Spiegels en Lenzen' uit *NOVA Natuurkunde* (Malmberg, 5H). De eerste paragrafen zijn volledig conceptueel: ze gaan over reflectie in spiegels, over lichtbreking in lenzen, en over het tekenen van constructiestralen. Deze conceptuele kennis wordt in de laatste paragraaf gebruikt om een uitleg te geven over optische instrumenten. Het lijkt alsof alle concepten dan in een vooraf bedachte – maar nog niet genoemde – context bij elkaar komen. Leerlingen zullen tijdens het werken in een dergelijke context vaak zeggen dat het hoofdstuk vooral over die concepten gaat, terwijl de docent ziet dat de concepten aan de hand van de context bepaald zijn. Als er bijvoorbeeld over meerdere hoofdstukken concepten worden behandeld die uit eenzelfde context voortgekomen zijn, maar waarbij de context hooguit achteraf onder de aandacht komt is er sprake van een context op afstand. Deze vorm komt in het voortgezet onderwijs niet veel voor (nog wel eens bij projectonderwijs), vaker zien we ze bij specialistische vervolgopleidingen, die dan in een opbouw van conceptueel opgezette modules naar kennis voor een bepaald beroep toewerken.

Bij de laatste drie contextuitwerkingen, in het bijzonder de **centrale context**, blijkt in de praktijk dat er vrijwel geen materiaal bestaat dat maar één enkele context gebruikt. Het gebruik van bijvoorbeeld illustratieve contexten in een module betekent dan ook niet dat hij geen centrale context meer kan hebben.

4. Toelichting bij het stappenplan

Vooraf

Dit hoofdstuk vormt een toelichting bij het stappenplan. Het stappenplan vormt de kern van het instrument. Een grafische weergave ervan is te vinden in Figuur 3. In de gesprekken met de uitgevers bleek dat er vaak sprake is van een zekere rolverdeling. Enerzijds is er de auteur, die een hoofdstuk samenstelt, teksten schrijft, enzovoorts. Anderzijds is er de methodecoördinator. De coördinator kan een uitgever zijn, een auteursvergadering, of bij een kleinschaliger ontwerp ook de auteur zelf. Coördinatoren houden in de gaten of aan alle interne en externe eisen worden voldaan, bijvoorbeeld of er geen onderwerpen dubbel worden behandeld binnen een methode en of de opzet van een methode consistent is. De exacte rolverdeling zal per geval verschillen, maar wij hopen met deze tweedeling het ontwerpproces overzichtelijker te maken. Auteurs kunnen het stappenplan (met name fase 1 t/m 4) gebruiken om hun creatief proces te ordenen, zonder dat hun opties onnodig beperkt worden. Coördinatoren kunnen een meer gedetailleerde controle uitvoeren aan de hand van de checklist bij fase 5.

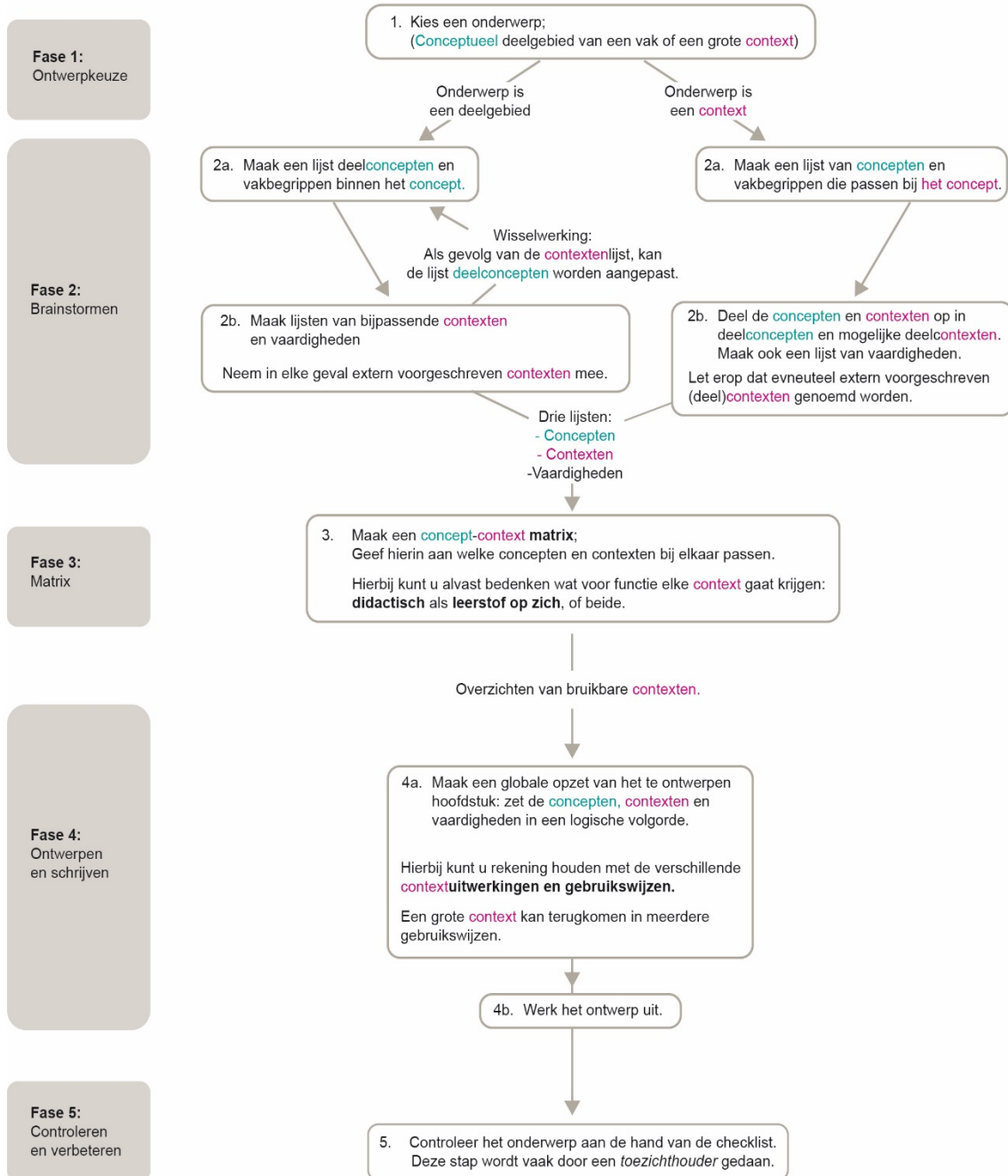
Wie de stappen uit figuur 3 anders wil benoemen of ordenen, kan deze figuur als CMAP-bestand downloaden en bewerken met passende software zoals CmapTools. Software kan gedownload worden via <http://cmap.ihmc.us/products>.

Het CMAP-bestand met het stappenplan staat op:

<http://downloads.slo.nl/Documenten/Stappenplan%20ontwikkelen%20CoCo%20onderwijs.cmap>

(N.B. het bestand kan alleen geopend worden als Cmap Tools is geïnstalleerd).

Stappenplan: implementeren van contexten in bèta-lesmateriaal



Figuur 3. Stappenplan voor het implementeren van contexten in lesmateriaal voor de bètavakken.

Een auteur begint vaak met een specifieke ontwikkelopdracht van een methodecoördinator. Een dergelijke opdracht zal niet uit het niets komen. Als het om een nieuwe versie van een bestaande methode gaat, moet een auteur zich aan de opzet van de methode houden. Een uitgever zal meestal marktonderzoek gedaan hebben, en kan zo aan de auteur wensen van klanten meegeven.

Uit de gesprekken met uitgevers bleek dat het voor auteurs en coördinatoren soms lastig is om te weten welke contexten leerlingen aanspreken, en dat er relevante contexten zijn waar auteurs geen weet van hebben. Daarom werd het advies gegeven dat de auteur of de coördinator vooraf onder leerlingen peilt welke contexten zij interessant vinden, en dat hij/zij gaat praten met mensen uit het bedrijfsleven of met wetenschappelijke onderzoekers om erachter te komen welke (nieuwe) contexten actueel zijn en om werkelijke praktijkvoorbeelden als contexten te vinden. Dit is informatie die de auteur kan gebruiken voor het ontwerp.

Fase 1: Onderwerpkeuze

Een ontwerp van een lesmodule, boekhoofdstuk, etc. begint met het bepalen van een onderwerp. Vaak ligt dit voor een auteur al vast, bijvoorbeeld als hij/zij een opdracht van een coördinator krijgt, of besluit eigen materiaal te maken ter aanvulling van een bestaand hoofdstuk.

Er wordt vaak voor gekozen om een hoofddomein of een groep subdomeinen uit het examenprogramma (een 'deelgebied van een vak') als onderwerp te gebruiken. Voorbeelden zijn 'zuren en basen' of 'kracht en beweging'. In sommige gevallen begint een auteur met een context als onderwerp en zoekt daar bijbehorende concepten bij, bijvoorbeeld 'analoge fotografie'.

Ook zijn er onderwerpen die zowel een conceptueel als contextueel karakter hebben, zoals 'groene chemie'. De keuze voor de grote context volgt dan direct uit het onderwerp. In dat geval kan het stappenplan helpen bij het uitwerken van de context en bij het vinden van eventuele aanvullende contexten.

Fase 2: Brainstormen

In deze fase worden de mogelijke concepten, contexten en vaardigheden die bij het gekozen onderwerp (kunnen) horen overzichtelijk opgesomd. Het resultaat van deze inventarisatie (een lijst concepten, een lijst contexten en een lijst vaardigheden) komt van pas tijdens het schrijven van het materiaal, maar kan achteraf ook een handige checklist vormen voor gebruikers (docenten en leerlingen).

De lijsten kunnen gebruikt worden voor de volgende doeleinden:

- controleren of het onderwerp volledig behandeld wordt (komen alle deelconcepten aan bod?);
- controleren of alle extern voorgeschreven contexten aan bod komen;
- indelen van deelconcepten in conceptueel samenhangende groepen;
- indelen van deelconcepten in via een context samenhangende groepen;
- als overzicht voor gebruikers achteraf.

De eerste twee doelen zijn van belang als de module onderdeel gaat uitmaken van een volledige methode waarin de gehele syllabus behandeld wordt. Sommige contexten zijn vooraf vastgelegd, bijvoorbeeld in het examenprogramma. Deze noemen we **extern voorgeschreven contexten**. Bij het scheikunde-subdomein 'energieomzettingen' schrijft het examenprogramma bijvoorbeeld voor dat leerlingen de processen binnen de context 'duurzaamheid' moeten kunnen beschrijven.

Het is belangrijk te beseffen dat de lijsten hulpmiddelen vormen, geen vast stramien. Het is tijdens het ontwerpproces op elk moment mogelijk de lijsten aan te passen, zolang de samenhang tussen de lijsten behouden blijft.

Uitvoering van deze fase

Bij het onderwerp zullen een aantal deelconcepten, vakbegrippen en eventueel gerelateerde concepten horen. Hier kan een voorlopige lijst van worden samengesteld. Als een hoofdstuk een samenvatting bevat is daarin deze lijst vaak terug te vinden. Zie bijvoorbeeld het hoofdstuk

'Golven' in *Pulsar* (Noordhoff, 5V). Enkele deelconcepten en begrippen zijn 'frequentie', 'golfsnelheid' en 'interferentie'.

Bij de lijst concepten kunnen vervolgens een aantal passende contexten bedacht worden. Sommige contexten zullen bij één deelconcept passen, andere passen goed bij meerdere deelconcepten. Het is in dit stadium nog niet van belang om stil te staan bij de manier *waarop* contexten gebruikt kunnen worden. Het is wel belangrijk om eventuele extern voorgeschreven contexten op te nemen in de lijst. In het genoemde hoofdstuk uit *Pulsar* komt bijvoorbeeld de extern voorgeschreven context 'dataverkeer' aan bod.

In het geval van een contextueel onderwerp kan de grote context ingedeeld worden in deelcontexten. Dit is bijvoorbeeld gedaan bij het hoofdstuk 'De Aarde: onze hofleverancier' uit de methode *Chemie* (Noordhoff, 4V), waarvan de context wordt opgedeeld in 'fossiele brandstoffen uit de bodem' en 'metalen uit de bodem'.

Naast de lijsten van (deel)concepten en mogelijke (deel)contexten kan nog een derde lijst worden gemaakt: vaardigheden die leerlingen tijdens deze module moeten aanleren/oefenen. Deze lijst kan met behulp van de eindtermen van examendomein A worden samengesteld.

Deze lijsten en het gekozen onderwerp zijn natuurlijk afhankelijk van elkaar. De voorlopige lijsten kunnen aanleiding geven tot een verdere wisselwerking waarbij ze worden aangepast. Er zou bijvoorbeeld gekozen kunnen zijn voor een vaardigheid die zeer goed past bij een zekere context. Die context kan worden toegevoegd aan de lijst of een reeds genoemde context kan worden aangepast zodat hij beter aansluit op de vaardigheid.

Het is ook mogelijk dat bij een context extra concepten (uit een ander deelgebied) passen. Als deze gerelateerd zijn aan het onderwerp is het te overwegen om ze toe te voegen, zolang dit niet tot een dubbele behandeling van concepten en overlappendheid van het hoofdstuk leidt.

Als er gekozen is voor een conceptueel onderwerp, en daar een grote overlappende context bij blijkt te passen, kan het hoofdstuk contextueel worden vormgegeven. Dit zou er zelfs toe kunnen leiden dat deze context het uiteindelijk hoofdstukonderwerp wordt. Kleinere contexten kunnen hieraan worden toegevoegd om transfer te stimuleren (hoofdstuk 2, motivatieclaim E). Grote contexten kunnen ook worden opgedeeld in deelcontexten.

De lijsten dienen als hulpmiddel bij het schrijven van het materiaal en kunnen tijdens dat proces altijd bijgewerkt/ingevuld worden. Ook volledig ingevulde lijsten kunnen worden aangepast, bijvoorbeeld als een gekozen context minder goed bij het onderwerp blijkt te passen.

Fase 3: Matrix

De lijsten kunnen vervolgens geordend worden in een tabel, waarin alle concepten tegen alle contexten zijn uitgezet. Dit noemen we de matrix. Op deze manier is in een oogopslag te zien welke contexten bruikbaar zijn voor meerdere concepten en welke bij één concept horen. Ook worden contexten die niet direct bij de concepten passen zichtbaar.

Contexten die een of meerdere concepten of vakbegrippen illustreren of vakinhoudelijke kennis toelichten, noemen we **didactisch**. Contexten kunnen ook **leerstof op zich** vormen. In dat geval wordt kennis van een dergelijke context een onderwijsdoelstelling op zich. Een voorbeeld hiervan is 'medische beeldvorming', als context vastgelegd in het examenprogramma natuurkunde om recht te doen aan het feit dat een substantieel deel van natuurkundig onderzoek en technologie-ontwikkeling zich in dit gebied afspeelt. Soms is er sprake van contexten die door de auteur nuttig worden geacht als leerstof op zich, maar die weinig didactische waarde hebben. Dit kunnen bijvoorbeeld contextkaders zijn met beroepsoriëntatie als doel.

Fase 4: Ontwerpen en schrijven

In deze fase wordt eerst een globale opzet van het te maken ontwerp opgesteld. Vervolgens wordt het werkelijke ontwerp uitgeschreven.

Bij het maken van de opzet worden de gekozen contexten uitgewerkt in een bepaalde vorm. Deze vorm zal deels afhangen van de context zelf, deels van de opzet van het boek, en deels van de voorkeur van de auteur. Dit is waar het **concept-contextvenster** (hoofdstuk 3) van pas komt. Met behulp van de beschrijvingen van de vier kwadranten kan de auteur een passende uitwerking voor elke context vinden.

Concepten worden vaak aan de hand van meerdere contexten behandeld, bijvoorbeeld om leerlingen te laten zien dat een concept in meerdere situaties toepasbaar is. Hierbij kan elke context op een andere manier gebruikt worden. Er kunnen drie **gebruikswijzen** onderscheiden worden. Als een context gebruikt wordt voor het introduceren van een nieuw concept spreken we van een **aanleercontext**. Als het concept vervolgens in een andere context wordt toegepast, is dat een **oefencontext**. De derde gebruikswijze is als **toetscontext**, die wordt gebruikt om te controleren of een leerling een concept beheerst en dus in een onbekende context kan toepassen.

Grotere contexten kunnen eventueel meer dan één keer gebruikt worden, waarbij een ander onderdeel van de context wordt behandeld in elke van de gebruikswijzen.

Fase 5: Controleren en verbeteren

In deze laatste fase kan de auteur of de coördinator een kwaliteitscontrole uitvoeren, en het materiaal eventueel verbeteren. Hiertoe kan een checklist worden gevolgd. In de checklist staan nog twee nieuwe termen: **contextkarakter** en **contextschaal**. Deze termen worden hieronder verklaard, waarna de checklist zelf besproken wordt.

Contextkarakter

We onderscheiden grofweg de volgende contextkarakters:

- leefwereldcontext
- maatschappelijke context
- wetenschappelijke context
- beroepscontext
- historische context

Het karakter³ is afhankelijk van het gebied waaruit een context afkomstig is. De keuze van een contextkarakter heeft invloed op de mate en wijze waarin een context relevant is voor leerlingen.

Zo is een **leefwereldcontext**, die uit het dagelijks leven van de leerlingen komt, voor veel leerlingen persoonlijk relevant en kan daarmee een herkenbare betekenis geven aan een concept. Bij biologie zou bijvoorbeeld een in Nederland veelvoorkomende ziekte een leefwereldcontext kunnen zijn.

Maatschappelijke contexten staan iets verder van de leerlingen af en behandelen vaak actuele maatschappelijke kwesties. Een voorbeeld is de context over energieopslag door middel van een valmeer met windmolens in *Systematische Natuurkunde* (ThiemeMeulenhoff, H5).

³ In deze lijst is de verdeling in *contextkarakter* en *contextrelevantie* uit de publicatie *Concept-contextvenster* (Bruning & Michels, 2013) gecombineerd, met als nieuwe toevoeging de historische context. Een deel van de contextkarakters wordt tevens in domein A van de examenprogramma's genoemd. Het examenprogramma scheikunde (havo) onderscheidt leefwereld-, maatschappelijke, beroeps-, en technologische contexten, scheikunde (vwo) onderscheidt leefwereld-, maatschappelijke, beroeps- en wetenschappelijke contexten. Bij biologie (havo) worden leefwereld- en beroepscontexten genoemd, en biologie (vwo) noemt leefwereld-, beroeps- en wetenschappelijke contexten. De natuurkundeprogramma's benoemen de contextkarakters niet.

Wetenschappelijke contexten zijn contexten uit de wetenschappelijke praktijk, zoals de eigenschappen en toepassingen van een specifieke chemische verbinding. Dit type context kan helpen leerlingen een accurater beeld van wetenschappelijk onderzoek en technologie te geven.

Beroepscontexten brengen mensen in beeld die beroepsmatig met het vakgebied in aanraking komen, zoals een procestechnoloog. Dit type context kan dienen als leerstof op zich, bij studiekeuzevoorlichting. Een duidelijk voorbeeld is de paragraaf 'Beroepen in de Chemie' in het online lesmateriaal bij het hoofdstuk 'Redoxreacties' in NOVA scheikunde (Malmberg, H5).

De **historische context** kent twee varianten. Enerzijds kan een dergelijke context wetenschapshistorisch zijn en gaan over het ontstaan van modellen en theorieën, bijvoorbeeld een verhaal over Galilei's ontdekkingen en zijn strijd voor erkenning. Anderzijds kan er ook een algemeen historisch voorbeeld op natuurwetenschappelijke wijze behandeld worden, bijvoorbeeld arbeidsberekeningen bij middeleeuwse wapens.

In de publicatie Concept-Contextvenster werd nog de *schoolcontext* genoemd. Dat is een didactisch voorbeeld dat vaak binnen school(boeken) wordt gebruikt ten behoeve van het leerproces, zoals het toestel van Hoffman bij scheikunde of een snelheidsvraag bij natuurkunde waar het bewegende object 'toevallig' een fiets is. Dit soort voorbeelden kunnen natuurlijk gebruikt worden, maar zijn geen werkelijke contexten binnen de definitie van dit instrument, en kunnen hiermee dan ook niet worden geanalyseerd.

Zoals al gezegd kan het voor auteurs lastig zijn om te weten wat voor leefwereld- of maatschappelijke onderwerpen leerlingen bezig houden. Ook voor beroeps- en wetenschappelijke contexten is het goed om werkelijke praktijkvoorbeelden te hebben. Hier kan het vooronderzoek van de coördinator of de auteur van pas komen. Door leerlingen en het bedrijfsleven te betrekken bij het ontwerpproces kunnen contexten relevanter gemaakt worden.

Contextschaal

Een context kan een losse afbeelding of een vermelding van één regel zijn, maar kan ook een geheel hoofdstuk in beslag nemen. Contexten kunnen grofweg in drie schalen worden ingedeeld, we noemen ze hier small, medium en large (S, M en L).

Met **S-context** bedoelen we een context die eenmalig als voorbeeld wordt gebruikt of bij één opgave hoort. S-contexten zijn vrijwel altijd illustratief, omdat ze meestal gebruikt worden ter illustratie van één concept. S-contexten kunnen bijvoorbeeld gebruikt worden met als doel leerlingen een context kort, in een oogopslag, te laten zien.

Een **M-context** is een context waaraan een langere tekst of meerdere teksten/afbeeldingen zijn gewijd. M-contexten kunnen bij meerdere (deel)concepten horen, maar blijven meestal binnen een paragraaf.

Een **L-context** is een globale context die in een heel hoofdstuk of meerdere hoofdstukken blijft terugkomen. Een L-context vormt vaak een samenhangend geheel voor meerdere deelcontexten.

De checklist

Onderstaande checklist kan per context worden ingevuld, maar heeft de meeste waarde als de resultaten gecombineerd worden. Op die manier wordt het de coördinator duidelijk of de contexten voldoende gevarieerd zijn en of vooraf gestelde doelen behaald zijn.

Per context:

1. In welk kwadrant van het **concept-contextvenster** past deze context?
2. In hoeverre is de context functioneel en welke functie heeft hij, **didactisch**, als **leerstof op zich** of beide? Aan welk(e) concept(en) is de context gekoppeld?
3. Welk **karakter** heeft deze context?
4. Wat is de **schaal** van de context?

Algemeen:

5. Zijn **extern voorgeschreven contexten** aan bod gekomen?

Kan de checklist bij een bepaalde context niet goed ingevuld worden, dan kan dat erop duiden dat de context niet bruikbaar is in deze situatie. Met deze checklist kunnen ook de kwadranten, functionaliteit, karakters en schalen van alle contexten in een ontwerp worden vergeleken. Blijkt hieruit dat in het ontwerp de doelen (bijvoorbeeld de vijf motivaties uit hoofdstuk 2, of door de auteur gestelde doelen) behaald worden, en past de uitkomst van de checklist bij de verwachtingen van de uitgever en zijn klanten? Zo niet, dan maakt deze lijst hopelijk duidelijk waar ruimte is voor verbetering.

Bijlage 1 Geanalyseerde methoden

Uit onderstaande methodes en modules zijn hoofdstukken of groepen hoofdstukken geanalyseerd. Die analyses geven geen representatief beeld van de methodes of modules als geheel. Daarom is er voor gekozen, die analyses zelf niet te publiceren.

- Voor biologie: *Biologie voor Jou* havo 5b (Malmberg, 2013); *Nectar* 6vwo (Noordhoff, 2014).
- Voor natuurkunde: *Natuurkunde Overal* 4vwo (Noordhoff, 2012); *Newton* 5havo en 6vwo (ThiemeMeulenhoff, 2013 resp. in druk); *NOVA natuurkunde* 5havo (Malmberg, 2013); *Pulsar* 5vwo (Noordhoff, 2013); *Stevin* havo deel 1 en deel 3 (Stevin, 2007 en 2014); *Systematische Natuurkunde* 5havo (ThiemeMeulenhoff, 2013)
- Voor scheikunde: *Chemie* 5havo (Noordhoff, 2013); *Chemie Overal* 5havo en 5vwo (Noordhoff, 2013); *NOVA scheikunde* 5havo (Malmberg, 2013); *De chemie van fotografie* (materiaal van Gerret Sanders voor 5/6vwo, 2014); *Gif om op te vreten*. een module uit de Nieuwe-Scheikunde-pilot voor 5vwo (SLO, 2011).
http://nieuwescheikunde.nl/Publicaties/Lesmodulen/gif/Module_Gif_om_op_te_vreten.pdf/

Bijlage 2 Voorbeelden lesmateriaal scheikunde

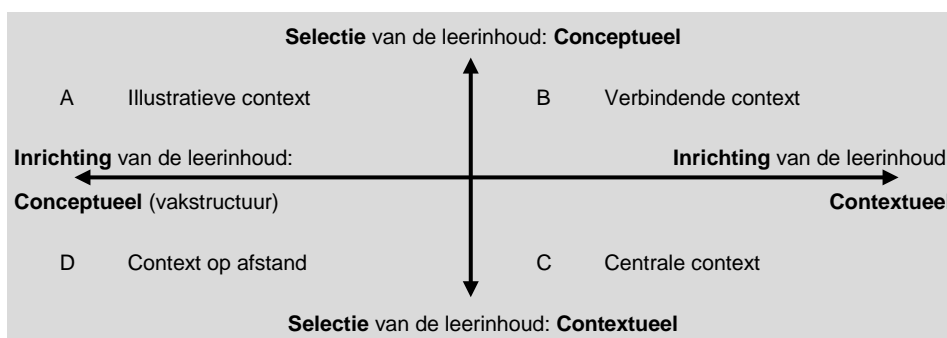
Inleiding

In de publicatie *Concept-contextvenster – Zicht op de wisselwerking tussen concepten en contexten in het bèta-onderwijs* (Bruning& Michels, 2013) worden in het concept-contextvenster vier kwadranten onderscheiden, met daarbij globaal beschreven voorbeelden van lesmateriaal dat bij de verschillende kwadranten aansluit. Die lesmateriaalvoorbeelden lopen echter nogal uiteen wat betreft vakinhoud, context en didactische werkvorm

Deze bijlage geeft voor elk van de kwadranten een lesmateriaalvoorbeeld met zoveel mogelijk een vergelijkbare vakinhoud, context en didactische aanpak. Na een karakterisering van de vier kwadranten en de voor de vier lesmateriaalvoorbeelden gekozen vakinhoud, volgt een globale beschrijving van de bijbehorende lesmateriaalvoorbeelden en een toelichting op de bij de ontwikkeling daarvan gemaakte keuzes.

Concept-contextvenster

Het concept-contextvenster gaat bij het opzetten van een lessenserie uit van twee vragen: wat bepaalt de *selectie* van de inhoud van het materiaal, en wat bepaalt de *inrichting* van het materiaal? En op beide vragen zijn twee antwoordmogelijkheden: de conceptuele vakstructuur of de context. Deze twee vragen met elk de twee mogelijke antwoorden leveren vier verschillende uitwerkingen op voor de wisselwerking tussen contexten en concepten, zoals hieronder in een schema wordt weergegeven.



Vakinhoud

Gekozen is voor het onderwerp 'energie', dat zowel als concept en context gezien kan worden.

Subdomeinen uit de syllabus havo

Subdomein A13 Redeneren over systemen, verandering en energie

13. De kandidaat kan chemische processen herkennen in termen van systemen en daarbij kennis van stoffen, deeltjes, reactiviteit en energie gebruiken.

Subdomein C3 Energieberekeningen

23. De kandidaat kan een chemisch proces en de daarbij optredende energieomzetting en energie-uitwisseling beschrijven en met een berekening toelichten.

Subdomein F3 Energieomzettingen

38. De kandidaat kan in de context van duurzaamheid beschrijven welke chemische en/of technologische processen worden gebruikt bij energieomzettingen en kan beredeneren hoe duurzaamheid een rol speelt bij energieproductie.

Deze drie subdomeinen zijn onderdeel van het centraal examen

Subdomeinen uit de syllabus vwo

Subdomein A13 Redeneren over systemen, verandering en energie

13. De kandidaat kan chemische processen beschrijven in termen van systemen met kennis stoffen, deeltjes, reactiviteit en energie.

Subdomein C6 Energieberekeningen

25. De kandidaat kan berekeningen maken over energieomzettingen en energie-uitwisseling bij chemische processen en hieruit conclusies trekken en voorstellen formuleren.

Subdomein C9 Kwaliteit van energie

28. De kandidaat kan met kennis van energie aangeven hoe de energiesoort en de kwaliteit van energie bij chemische processen verandert.

Subdomein C10 Activeringsenergie

29. De kandidaat kan bij experimenten het begrip activeringsenergie gebruiken, beschrijven en relateren aan katalyse.

Subdomein F3 Energieomzettingen

41. De kandidaat kan in de context van duurzaamheid beschrijven welke chemische en/of technologische processen worden gebruikt bij energieomzettingen en kan met behulp van kennis van energieproductie deze processen beschrijven, daarbij voorkomende condities aangeven en voorstellen voor aanpassing beoordelen.

Subdomein G3 Energie en industrie

46. De kandidaat kan met behulp van kennis van productieprocessen ten minste in de context van duurzaamheid energieomzettingen vanuit de verschillende bronnen beschrijven, vergelijkingen maken en een beargumenteerd oordeel geven.

De subdomeinen C9, C10 zijn onderdeel van het schoolexamen, de andere vier van het centraal examen

Conceptuele vakstructuur

Er is noch voor de context, noch voor het concept *Energie* een duidelijke vakstructuur.

Vaak wordt in klas 3 met verbrandingen begonnen. Daarna wordt in klas 4, met behulp van de koolstofchemie en atoom- en molecuultheorie, een basis gelegd om inzicht te krijgen in de vraag hoe verbrandingen, reageren met zuurstof, plaatsvinden op macro- en microniveau.

Vormen van energie zoals warmte en licht worden wel gekwalificeerd maar nog niet gekwantificeerd.

In klas 5 komen deze verbrandingsreacties weer terug als redoxreacties waarbij een relatie wordt gelegd met de batterij (een context) en elektrolyse (een concept), in termen van respectievelijk elektrische energie eruit halen of erin stoppen.

Tenslotte komt, meestal aan de hand van voorbeelden van exotherme en endotherme reacties, het begrip activeringsenergie aan de orde en worden er kwantitatieve berekeningen uitgevoerd.

Deze behandeling is theoretisch van aard, maar wordt direct gekoppeld aan practica. De context 'duurzaamheid' kan als rode draad door dit onderwerp heen lopen.

Lesmateriaal

Kwadrant A | Illustratieve context

Energie in je broekzak 5 vwo

http://maken.wikiwijs.nl/42722/Leerlijn_SCHEIKUNDE_tweede_fase_VWO_StudioVO#!page-529051

Kenmerken

Verschillende contexten worden gebruikt als ad-hoc illustraties van al eerder gekozen concepten:

- De conceptuele vakstructuur staat centraal.
- De conceptuele vakstructuur is herkenbaar in de selectie van de leerinhoud en in de inrichting van het materiaal.
- Er zijn verschillende (kleine) contexten, die de concepten illustreren.
- De contexten volgen uit de keuzes van de concepten.
- De concepten horen tot één deelgebied en hangen met elkaar samen via de conceptuele vakstructuur.

Herkomst van het voorbeeld

Dit voorbeeld komt van de leerlijn scheikunde van de stercollectie van VO-content. Deze leerlijn is voor een groot deel ontwikkeld uit oorspronkelijke Nieuwe Scheikunde modules van de SLO. Onder de hoofdstukken: *Engage*, *Explore*, *Explain*, *Elaborate* en *Evaluate* gaan een aantal activiteiten schuil die zowel praktisch als theoretisch van aard zijn.

Een aantal andere modules zijn: Reddende luiers, Atoommodellen, Ecoreizen - de reis, Ecoreizen – brandstof, Wat hebben planten nodig?, Aquarium, Reactiesnelheid en evenwicht, Power4you (vakoverschrijdend met natuurkunde), Groene Chemie, Stereochemie, Smart materials.

Kortom een variatie aan modules, opgezet vanuit contexten en vanuit concepten.

Energie in je broekzak is een module voor vwo, de havo-tegenhanger *Energie om mee te nemen* is wat betreft inhoud vrijwel hetzelfde.

Opzet van het thema

Batterijen zijn een draagbare vorm van energieopslag. Handig, omdat ze relatief klein zijn en je ze overal kunt gebruiken. Ze zijn aan de andere kant erg duur. Bovendien kleven er allerlei milieubezwaren aan batterijen.

In deze module komt de chemie die een rol speelt bij batterijen uitgebreid aan de orde. Je leert van alles over redoxreacties. Bovendien leer je hoe het komt dat je sommige batterijen wel kunt opladen en andere weer niet.

De module wordt afgesloten met een klein project over het recyclen van batterijen.

In deze module staan de volgende vragen centraal:

1. Welke chemische reacties vinden plaats in een batterij?
2. Hoe komt het dat de ene batterij oplaadbaar is en de andere niet?
3. Hoe duurzaam zijn batterijen?

Korte beschrijving van de inhoud

- Inleiding: na een korte introductie wordt aangegeven wat de leerlingen gaan doen en leren.
- Engage: de leerlingen bekijken een aflevering van het Klokhuis over batterijen, waarna ze een aantal vragen moeten opstellen en samen bespreken.
- Explore: de leerlingen maken zelf een batterij en doen een onderzoekje naar wegwerp- en oplaadbare batterijen.
- Explain: leerlingen leren hoe een batterij werkt.
Na een demo wordt de leerlingen gevraagd, zelf een verdringingsreeks op te zetten. Daarna wordt aan de hand van een applet en een werkblad een simulatie van zowel directe als indirecte (op afstand) redoxreacties uitgevoerd. Tot slot wordt naar het verschil tussen een wegwerp- en een oplaadbare batterij (theoretisch en met de loodaccu) bekeken. Puur concept werk dus, maar met samengestelde ionen wordt niet of nauwelijks gewerkt en er wordt zeker niet geoefend met tabel 48 uit het BiNaS-boek.
- Elaborate: leerlingen onderzoeken hoe duurzaam een batterij is door een video te bekijken, batterijen te verzamelen, de gebruikte stoffen te selecteren op duurzaamheid en een poster of artikel in de schoolkrant te maken over het gebruik van batterijen.
- Evaluate: leerlingen evalueren wat ze geleerd hebben door het maken van een samenvatting van alle conceptbegrippen. Daarna volgt een terugkoppeling door de docent.

Reflectie

- Het lesmateriaal voldoet redelijk aan de vijf kenmerken die aan het begin van deze paragraaf genoemd zijn. De context is echter beperkt tot het fenomeen batterij, al of niet oplaadbaar, en met een beperkte link naar duurzaamheid. De inhoud en opbouw leunen sterk op de vakstructuur.
- In het lesmateriaal wordt 'context' opgevat als een situatie die begrepen kan worden met behulp van scheikundige kennis. De contexten 'soorten batterijen' en 'duurzaamheid' worden uitsluitend gebruikt als aanleiding om die kennis op te zoeken. Dit ligt aan het feit dat de scheikundige reacties in de meest gangbare batterijen nogal ondoorzichtig en moeilijk met uitsluitend de basistheorie te begrijpen zijn. Daardoor is van decontextualisatie en recontextualisatie nauwelijks sprake.

Kwadrant B | Verbindende context

Delfse leerlijn: Ecobrandstoffen 4 vwo

<http://ocw.tudelft.nl/high-school/de-delftse-leerlijn-voor-scheikunde/module-2-ecobrandstoffen/>

Kenmerken

Een verbindende context brengt een pragmatische samenhang aan in een groep al eerder gekozen concepten. De inrichting van het lesmateriaal volgt de verbindende context, maar niet alle gekozen concepten passen er naadloos bij:

- De conceptuele vakstructuur is herkenbaar in de selectie van de leerinhoud.
- Er is sprake van één verbindende context.
- De verbindende context volgt uit de keuze van concepten.
- De concepten behoren tot één deelgebied en hangen met elkaar samen via de conceptuele vakstructuur.
- Sommige concepten vallen buiten de verbindende context, maar zijn via de conceptuele vakstructuur met elkaar verbonden.

Herkomst van het voorbeeld

De Delftse Leerlijn is afkomstig van een gelijknamig samenwerkingsverband tussen de TU Delft en de VNCI (Vereniging voor de Nederlandse Chemische Industrie). Dit samenwerkingsverband heeft een achttal modules voor vwo ontwikkeld.

Uitgangspunt daarbij is: leerlingen zullen aan de hand van maatschappelijke, chemische en technologische vraagstukken concepten leren om een antwoord op deze vraagstukken te geven op grond van chemische argumenten. De modules steken in op nieuwe materialen, duurzaamheid, innovatieve technologie en de chemische industrie en besteden veel aandacht aan de volgende leeractiviteiten:

- kennen: leren gericht op onthouden;
- begrijpen: leren gericht op met eigen woorden samenhang weergeven tussen de concepten;
- integreren: leren gericht op inpassen van nieuw verworven kennis in bestaande kennis;
- creatief toepassen: leren gericht op creatief en wendbaar gebruik.

De modules dragen de namen van zowel concepten als contexten, voorbeelden van die laatste zijn: *Ecoreizen*, *Ecobrandstoffen*, *Slimme polymeren*, *Zelfherstellend beton*, *Weet wat je eet*, *Groene chemie*, *Evenwichten en het methanolproces*. Uit de benaming en inrichting van de verschillende modules blijkt wel een sterkte toepassingsgerichtheid.

Aan de diverse titels is af te lezen dat veel modules van de Delftse Leerlijn zich bewegen tussen kwadrant A en B.

Opzet van de module Ecobrandstoffen

- 1) Contexten : zoektocht naar hernieuwbare brandstoffen
 - a) Hoe maak je van plantenafval een biobrandstof?
 - b) Wat tanken wij in 2020?
- 2) Concepten: kringlopen, alkanen, alkenen, cycloalkanen, alkanolen, koolhydraten, structuurisomeren, biobrandstoffen, DNA, genetische modificatie en fermentatie.
- 3) Activiteiten
 - a) zoekopdrachten en bronnen bestuderen.
 - b) bio-ethanol maken met het Delftse reizende DNA-lab 'Racen met wc-papier'
 - c) contextvragen beantwoorden

Korte beschrijving van de inhoud

A. intro

Verwezen wordt naar een vorige module waar fossiele brandstoffen worden gebruikt. Nu gaan de leerlingen op zoek naar nieuwe energiebronnen. De module eindigt met een tweetal contextvragen:

- Hoe maak je van plantenafval een biobrandstof?
- Wat tanken wij in 2020?

Daarna wordt aangegeven wat je samen met studenten van de TU als practicum gaat doen en er wordt een klein uitstapje richting DNA gemaakt.

B. kringlopen

Achtereenvolgens worden de volgende kringlopen behandeld:

- 1) elementenkringloop
- 2) materialenkringloop en
- 3) cradle to cradle, waarbinnen de biologische en de technische kringloop met tools als recylen, downcyclen en upcyclen worden toegelicht.

C. koolstofverbindingen

Dit deel bevat een gericht stuk concepten met alkanen, structuurformules, cycloalkanen, isomeren, halogeenalkanen, alkenen, karakteristieke groepen, kraken, aromaten, alkanolen, enzymen, katalysatoren en koolhydraten. Tussendoor staan naast oefenvragen ook context-gerelateerde opdrachten.

D. ecobrandstoffen

Aan de hand van krantenartikelen worden biobrandstoffen van de diverse generaties besproken, ook met een blik naar de toekomst. Verbanden worden gelegd met de koolstofkringloop en het begrip 'CO₂-neutraal'. Er wordt een practicum gedaan met een "wonder"gist, er worden uitstapjes gemaakt naar genomics, DNA en genetische modificatie.

E. practicum: 'Racen met wc-papier'

Biomassa wordt omgezet naar glucose en dit op zijn beurt naar bio-ethanol. Verschillen in verhoudingen van de bijgevoegde hoeveelheden reactanten en enzymen veroorzaken verschillen in de kwaliteit van de verkregen bio-ethanol. Omdat de bioethanol het enzym vergiftigt, neemt de hoeveelheid bioethanol op een gegeven moment niet meer toe en daarmee dus de hoeveelheid CO₂ die geproduceerd wordt. Zo is het verschil in productiesnelheid van de CO₂ een maat voor de kwaliteit van de bioethanol. Een wedstrijd en een berekening koppelen uitdaging, context en concept aan elkaar.

De module behandelt een aantal contextgerelateerde oefenopgaven en eindigt met het beantwoorden van de contextvragen.

Reflectie

- De module voldoet aan alle kenmerken van kwadrant B. Er is een verbindende context gezocht bij de onderwerpen van de vakstructuur. Hier en daar komt dat wat gekunsteld over, met name in deel C over pure concepten, maar die zijn nodig om verder te kunnen gaan in delen D en E. De vakstructuur structureert de context / hoofdstukken niet, maar blijft wel duidelijk herkenbaar.
- Sommige concepten zoals halogeenualkanen, alkenen, alkynen en genetisch modificatie vallen buiten de context. Ze zullen, omdat een volledige behandeling van deze concepten hier te ver gaat, op een later tijdstip moeten worden opgepakt.

Ook de module van de Delftse Leerlijn *Weet wat je eet* is een goed energie-gerelateerd voorbeeld dat in kwadrant B valt.

Kwadrant C / Centrale context

Stercollecties: Scooter van de 21e eeuw 5 havo

http://maken.wikiwijs.nl/42721/Leerlijn_SCHEIKUNDE_tweede_fase_HAVO_StudioVO#!page-809078

Kenmerken

Eén context staat centraal, en dient als vraagstelling en selectiecriteria voor concepten.

- Er is sprake van één centrale context.
- De concepten volgen uit de keuze van de centrale context.
- De concepten komen vanuit verschillende deelgebieden van een vakgebied of uit meerdere vakgebieden en hangen via de centrale context met elkaar samen.
- Alle concepten vallen binnen de centrale context.

Herkomst van het voorbeeld

Dit voorbeeld komt van de leerlijn scheikunde van de Stercollectie van VO-content. Deze leerlijn is voor een groot deel ontwikkeld uit oorspronkelijke Nieuwe Scheikunde modules van SLO.

Onder de hoofdstukken: *Engage, Explore, Explain, Elaborate* en *Evaluate* gaan een aantal activiteiten schuil die zowel praktisch als theoretisch van aard zijn.

Een aantal andere modules zijn: *Reddende luiers, Atoommodellen, Ecoreizen - de reis, Ecoreizen – brandstof, Wat hebben planten nodig?, Aquarium, Reactiesnelheid en evenwicht, Power4you* (vakoverschrijdend met natuurkunde), *Groene Chemie, Stereochemie, Smart materials*.

Opzet van de module

Leerlingen maken een prototype van een scooter die zowel snel, zuinig als duurzaam is.

Verschillende onderzoeksteams bekijken elk één aspect van de scooter. De grote lijn is:

- Engage: een filmpje bekijken over een elektrische scooter;
- Explore: in een *onderzoeksteam* onderzoek doen naar één aspect van de scooter;
- Explain: vervolgens in een andere samenstelling in een ontwerpteam een prototype maken van de scooter;
- Evaluate: het prototype presenteren.

Ondanks de centrale context (ontwerpen van een scooter) komen in deze module ook diverse bijkomende contexten aan de orde.

Contexten

- duurzaamheid
- broeikaseffect en CO₂
- verzuring en NO_x
- nieuwe materialen: metalen en kunststoffen
- brandstofcel, batterij en accu als bronnen van elektrische energie
- bescherming tegen corrosie.
- duurzame energiebronnen (zon, wind, water, biobrandstoffen)

Concepten

- verbranding (herhaling)
- fossiele brandstoffen
- factoren die invloed hebben op de reactiesnelheid
- reagens (kalkwater en wit kopersulfaat)
- metalen en metaaleigenschappen
- legeringen
- plastics en eigenschappen
- corrosie
- roesten
- inleiding redoxreacties
- inleiding elektrolyse
- fotospectrometrie (colorimetrie): ijklijn, metingen en eenvoudige berekeningen
- soorten brandstof
- molariteit
- katalysator
- polymerisatie: additie- en polymerisatiereacties

Alle concepten worden als herhaling, uitbreiding of als nieuw aangehaald volgens het "need to know"-principe om het prototype van de scooter te kunnen maken.

Korte beschrijving van de inhoud

De leerlingen worden gedurende circa zeven lessen verdeeld in drie *onderzoeksteams*. Vervolgens werken de leerlingen gedurende eveneens circa zeven lessen in drie *ontwerpteams* die zodanig zijn samengesteld dat er tenminste één leerling uit iedere onderzoeksgroep in een ontwerpteam vertegenwoordigd is. De drie onderzoeksteams doen onderzoek naar respectievelijk een verbrandingsmotor, een elektromotor en het chassis/carrosserie. Ieder lid van elk onderzoeksteam leert de belangrijkste theorie die door het eigen onderzoeksteam is bestudeerd. Vervolgens hergroeperen de leerlingen zich in ontwerpteams. In het ontwerpteam rapporteert iedere leerling wat hij geleerd heeft in zijn onderzoeksteam. Op deze manier wordt geborgd dat ieder ontwerpteam over alle theorie kan beschikken die de onderzoeksteams hebben bestudeerd. Deze manier van werken wordt ook wel het 'expert-leren' genoemd. Met deze theorie gaan de ontwerpteams aan de slag met hun opdracht. De opdracht wordt afgesloten met een teampresentatie aan alle leerlingen en een gemeenschappelijke theorietoets aan de hand van theoriebladen, die voor alle leerlingen beschikbaar zijn. De leerlingen hebben zich niet allemaal dezelfde concepten binnen deze context eigen gemaakt, maar er is wel een behoorlijke overlap. Deze overlap is (school)examenstof. Alle leerlingen hebben wat geleerd over specifieke vakbegrippen als 'explosies', 'rendement', 'redoxreacties' en 'metaaleigenschappen', maar ook informatievaardigheden, onderzoeken en het maken van een technisch ontwerp komen aan bod. Daarnaast hebben de leerlingen specifieke individuele kennis opgedaan over bijvoorbeeld de werking van een twee- of viertaktmotor, een elektromotor, een zonnecel, en over keramisch materiaal en composieten. Veel van de specifieke leerstof kan als uitbreiding van de (school)examenstof worden gezien.

Reflectie

- Er is duidelijk één centrale context, namelijk de scooter.
- Ook de drie hieruit voortkomende contexten, de verbrandingsmotor, de elektromotor en het chassis/ de carrosserie dragen elk de kenmerken van kwadrant C. De hieruit voortvloeiende concepten komen uit verschillende deelgebieden van de scheikunde.
- De toets en de hergroepering van onderzoeks- naar ontwerpteams dwingen tot het aanleren van een grote variatie aan concepten en voegen aan die concepten ook contextgebonden kennis aan toe. Raakvlakken zijn er binnen de contexten met biologie en natuurkunde.
- Alle concepten vallen binnen de grote context(en), maar zijn door de grote variatie en de beperkte oefenmogelijkheden voor de leerling beperkt bestudeerbaar en dus beperkt toepasbaar.

Ook de module *Groene chemie* van dezelfde leerlijngroep (VO-stercollecties) vertoont redelijk goed de kenmerken van kwadrant C, zij het dat een los (conceptueel) onderdeel 'energie(berekeningen)' is toegevoegd.

Kwadrant D | Context op afstand

Tweejarige masteropleiding Sustainable Energy Technology (SET) gegeven door de drie Nederlandse technische universiteiten

<https://www.utwente.nl/onderwijs/master/opleidingen/sustainable-energy-technology/>

Kenmerken

Een context staat in de D-variant op afstand, de inrichting van het materiaal wordt bepaald door de conceptuele vakstructuur:

- De conceptuele vakstructuur is herkenbaar in de inrichting van het materiaal.
- Er is sprake van één grotere context, maar er kunnen andere contexten zijn, naast deze context op afstand.
- De meeste concepten volgen uit de keuze van de context op afstand.

- De concepten komen uit verschillende delen van een vakgebied of uit meerdere vakgebieden en hangen via de context-op-afstand met elkaar samen.
- Sommige concepten vallen buiten de context-op-afstand, maar zijn via de conceptuele vakstructuur met elkaar verbonden.

Herkomst van het voorbeeld

De beroepspraktijk vormt de context van een beroepsopleiding, in dit voorbeeld een multidisciplinaire technische opleiding met extra vakken uit de sociale wetenschappen waarin de impact van technologische ontwikkelingen wordt onderzocht.

Opzet van de opleiding

Kennis en vaardigheden op het gebied van energietechnologie staan centraal in de opleiding. De afgestudeerden moeten in staat zijn om duurzame oplossingen te bedenken voor energieproblemen, daarbij rekening houdend met economische, sociale, milieutechnische en ethische factoren.

Reflectie

- De opleiding vertoont alle vijf kenmerken van een context op afstand.
- Veel concepten worden gezien als basiskennis (vanuit de bacheloropleiding).
- De opleiding leert studenten bij te dragen aan de oplossing van grote en complexe problemen op het gebied van de energieproblematiek. Daartoe wordt niet alleen een beroep gedaan op de sterk samenhangende vakken scheikunde, wiskunde, natuurkunde en biologie, maar ook op vakgebieden als economie en ethiek.
- Er is maar één context: de beroepspraktijk waarvoor opgeleid wordt.

Bijlage 3 Voorbeelden lesmateriaal biologie

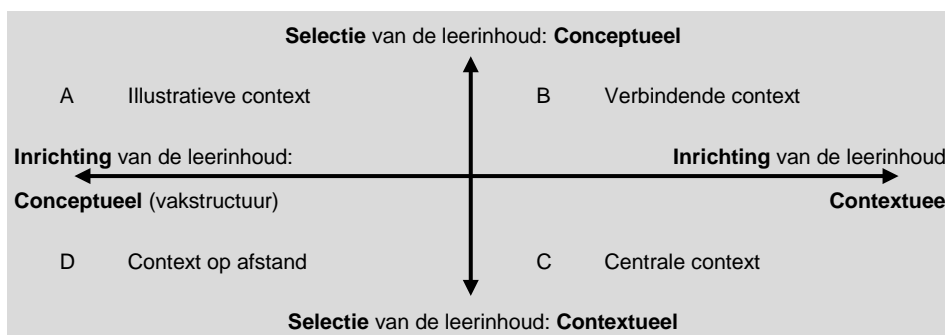
Inleiding

In de publicatie *Concept-contextvenster – Zicht op de wisselwerking tussen concepten en contexten in het bèta-onderwijs* (Bruning & Michels, 2013) worden in het concept-contextvenster vier kwadranten onderscheiden, met daarbij globaal beschreven voorbeelden van lesmateriaal dat bij de verschillende kwadranten aansluit. Die lesmateriaalvoorbeelden lopen echter nogal uiteen wat betreft vakinhoud, context en didactische werkvorm

Deze bijlage geeft voor elk van de kwadranten een lesmateriaalvoorbeeld met zoveel mogelijk een vergelijkbare vakinhoud, context en didactische aanpak. Na een karakterisering van de vier kwadranten en de voor de vier lesmateriaalvoorbeelden gekozen vakinhoud, volgt een globale beschrijving van de bijbehorende lesmateriaalvoorbeelden en een toelichting op de bij de ontwikkeling daarvan gemaakte keuzes.

Concept-contextvenster

Het concept-contextvenster gaat bij het opzetten van een lessenserie uit van twee vragen: wat bepaalt de *selectie* van de inhoud van het materiaal, en wat bepaalt de *inrichting* van het materiaal? En op beide vragen zijn twee antwoordmogelijkheden: de conceptuele vakstructuur of de context. Deze twee vragen met elk de twee mogelijke antwoorden leveren vier verschillende uitwerkingen op voor de wisselwerking tussen contexten en concepten, zoals hieronder in een schema wordt weergegeven.



Vakinhoud

Gekozen is voor het onderwerp afweer. Dit geldt als een lastig thema, met name vanwege het immuunsysteem.

Subdomein B5 uit de syllabi havo en vwo

De verschillen tussen havo en vwo zijn gering. Onderstaande tabel beschrijft de leerinhoud, zoals die in de syllabus 2014 van CvTE is vastgelegd.

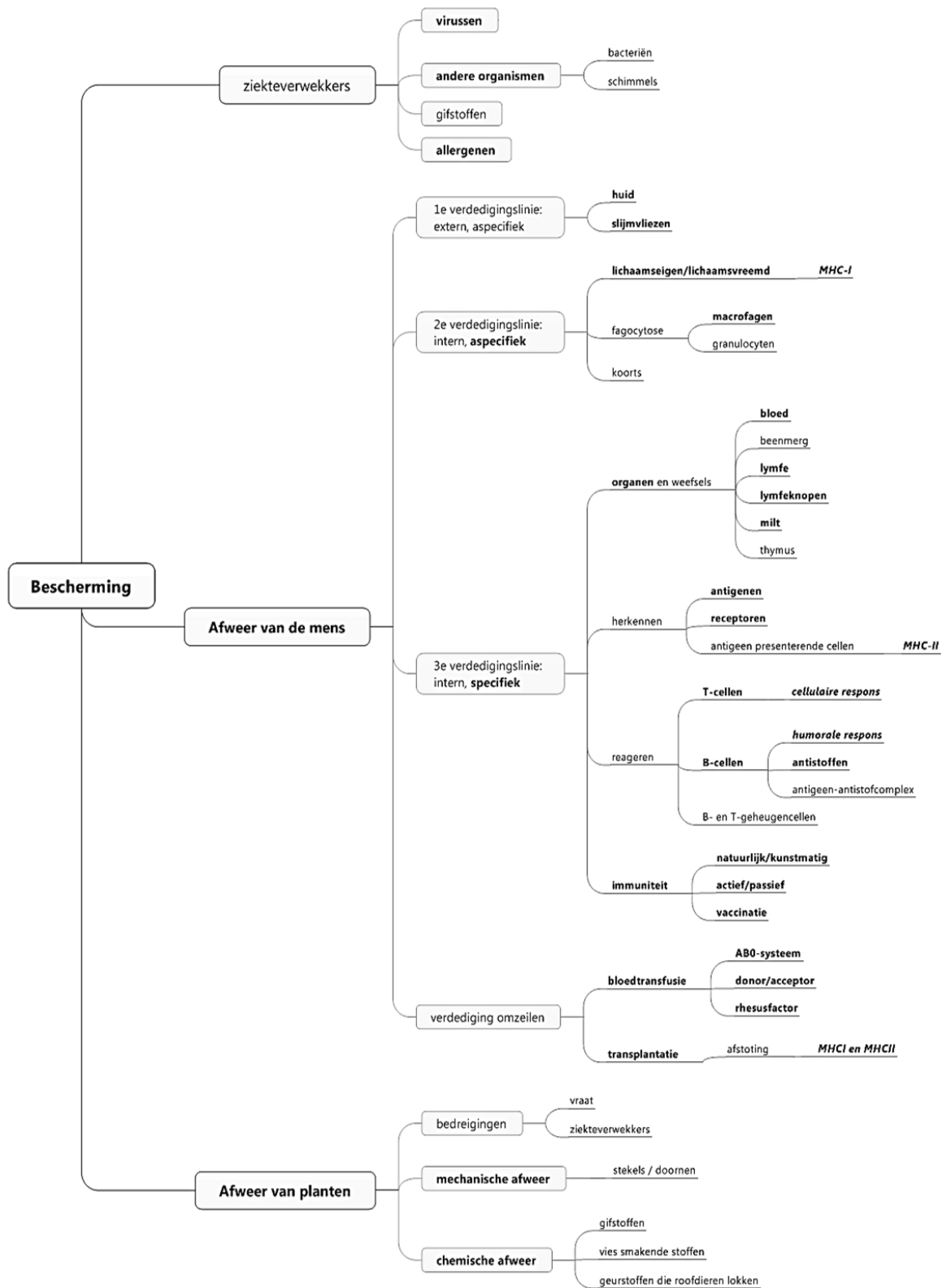
Subdomein B5. Afweer van het organisme (verschillen tussen havo en vwo onderstreept)

Eindterm	
havo	vwo
De kandidaat kan met behulp van het concept afweer ten minste in contexten op het gebied van gezondheidszorg en voedselproductie benoemen op welke wijze eukaryoten zich te weer stellen tegen andere organismen, virussen en allergenen en welke problemen daarbij kunnen ontstaan.	De kandidaat kan met behulp van het concept afweer ten minste in contexten op het gebied van gezondheidszorg en voedselproductie benoemen op welke wijze organismen zich te weer stellen tegen andere organismen, virussen en allergenen en <u>beargumenteren welke problemen daarbij kunnen optreden en op welke wijze deze kunnen worden aangepakt.</u>
Voorbeeldcontexten	
G (leefwereldcontext): Meisjes van 12 worden opgeroepen door de GGD om zich te laten inenten met het HPV-vaccin om hen te beschermen tegen baarmoederhalskanker. Zij discussiëren op school over de voor- en nadelen van de inenting met het doel om een weloverwogen besluit te kunnen nemen om wel of niet gevaccineerd te worden.	G: Virologen van het RIVM doen jaarlijks onderzoek naar de te verwachten typen van griepvirussen om een advies geven over de samenstelling van het griepvaccin met als doel het voorkomen van griep bij mensen met een verlaagde weerstand.
VP: Analisten en procestechnologen werken bij een veredelingsbedrijf onder toezicht van biologen aan plantenveredeling gericht op plaagresistentie met het doel plagen te voorkomen en opbrengsten van teelten te verhogen.	VP: Microbiologen van de Voedsel en Waren Autoriteit bestuderen of groenten in Nederland zijn besmet met de darmbacterie EHEC, een variant van de E-coli-bacterie, om een epidemie van voedselvergiftiging te voorkomen.
G (leefwereldcontext): Een leerling die een antibioticakuur volgt, wil deze voortijdig afbreken. In de klas worden de argumenten besproken om dit wel of niet te doen, met het doel daarover een weloverwogen besluit te kunnen nemen.	G (leefwereldcontext): Leerlingen bediscussiëren aan de hand van berichten uit de krant het antibioticagebruik in de veeteelt om tot een afgewogen oordeel over dat gebruik te komen.

Specificatie	
De kandidaat kan in een context:	
1 de bouw, werking en functie van organen en cellen betrokken bij de afweer van de mens <u>beschrijven</u> ;	1. de bouw, werking en functie van organen en cellen betrokken bij de afweer van de mens beschrijven en hun onderlinge relatie <u>toelichten</u> ;
2 de specifieke en aspecifieke afweer als reactie op lichaamsvreemde en lichaamseigen stoffen en cellen <u>beschrijven</u> ;	2. de werking van de specifieke en aspecifieke afweer beschrijven en de reactie op lichaamseigen en lichaamsvreemde stoffen en cellen <u>verklaren</u> ;
3 de afweermechanismen van planten herkennen.	3. de afweermechanismen van planten herkennen.
Deelconcepten	
huid en slijmvlies, bloed, lymfe, milt, lymfeknopen, macrofagen, T- en B-cellen, antigenen en antistoffen, lichaamseigen, lichaamsvreemd, receptor, natuurlijke en kunstmatige immuniteit, actieve en passieve immuniteit, vaccinatie, transplantatie, bloedtransfusie, ABO-systeem, resusfactor, donor en acceptor, mechanische en chemische afweer van planten.	huid en slijmvlies, bloed, lymfe, milt, lymfeknopen, <u>humorale en cellulaire respons</u> , macrofagen, T- en B-cellen, <u>mediatoren</u> , antigenen en antistoffen, lichaamseigen, lichaamsvreemd, <u>MHCI en MHCII</u> receptoren, natuurlijke en kunstmatige immuniteit, actieve en passieve immuniteit, vaccinatie, transplantatie, bloedtransfusie, ABO-systeem, resusfactor, donor, acceptor, mechanische en chemische afweer van planten.

Conceptuele vakstructuur

De begrippen die in de eindterm van subdomein B5 of in de specificaties ervan genoemd worden, zijn in onderstaande afbeelding vet gedrukt. Niet alle mogelijke relaties tussen de begrippen zijn aangegeven. Begrippen die alleen voor vwo gelden zijn *cursief* weergegeven.



Lesmateriaal

Kwadrant A | Illustratieve context

StudioBiologie: <http://www.vo-content.nl/stercollectie/biologie>

Thema Afweer:

[http://maken.wikiwijs.nl/36782/Leerlijn BIOLOGIE tweede fase HAVO_#!page-366849](http://maken.wikiwijs.nl/36782/Leerlijn_BIOLOGIE_tweede_fase_HAVO_#!page-366849)

Kenmerken

Verschillende contexten worden gebruikt als ad-hoc illustraties van al eerder gekozen concepten:

- De conceptuele vakstructuur staat centraal.
- De conceptuele vakstructuur is herkenbaar in de selectie van de leerinhoud en in de inrichting van het materiaal.
- Er zijn verschillende (kleine) contexten, die de concepten illustreren.
- De contexten volgen uit de keuzes van de concepten.
- De concepten horen tot één deelgebied en hangen met elkaar samen via de conceptuele vakstructuur.

Herkomst van het voorbeeld

StudioBiologie, de Stercollectie biologie van VO-content, is een van de vier volledige methodes die bij het nieuwe examenprogramma ontwikkeld zijn.

Binnen de thema's kent *StudioBiologie* een vaste opbouw. Na een introductie op het thema en het ophalen van voorkennis zijn er twee of drie modules (bij uitzondering minder of meer) waarin de stof aan de orde komt. Na de modules volgt een samenvattende afsluiting die uit verschillende stappen bestaat (samenvatting – verwerking – examenvragen – relaties tussen organisatieniveaus).

De modules dragen namen die vaak naar contexten lijken te verwijzen, zoals *Fijn stof*, *Eetkliniek*, *Optometrist* en *Energiebronnen van de toekomst*. Soms dragen de modules een meer vakgerelateerde naam, zoals *Kringlopen*, *Hormonen* en *De weg van bloed*.

Op de site van *StudioBiologie* is nergens de term *context* te vinden, laat staan *concept-contextbenadering*. Toch blijkt uit de benaming en inrichting van verschillende modules wel een sterke toepassingsgerichtheid.

StudioBiologie plaatst het thema Afweer in leerjaar 4 van de havo, als zevende van negen thema's.

Opzet van het thema

De modules waaruit het thema Afweer is opgebouwd dragen 'contextachtige' titels: *Op de blaren zitten*, *Haal jij ook een prik?* en *Door de ogen van een ander*. Inhoudelijk zit daar echter een opbouw achter die de vakstructuur volgt: huid, specifieke afweer, specifieke afweer, immuniteit, bloedtransfusie en transplantatie. Alle specificaties en deelconcepten uit de syllabus komen aan de orde. Ook enkele begrippen die daar niet in staan worden behandeld (bijvoorbeeld allergie, auto-immuunziekte). Daarnaast is er aandacht voor vaardigheden op het gebied van waarderen en oordelen (o.a. voor- en nadelen van borstvoeding)

Er worden kleine contexten gebruikt om verschillende leerstofonderdelen aan te leren of te illustreren. Bij de intro van de eerste module wordt de cafébrand in de nieuwjaarsnacht 2000/2001 in Volendam genoemd. Verder gaat het over brandwonden. In de tweede module worden consultatiebureau en inenting (o.a. tegen HPV) als een grotere context gebruikt. Veel leerstofonderdelen worden ook zonder verwijzing naar een context behandeld.

Korte beschrijving van de inhoud

De zeer korte introductie (ziekteverwekkers zijn overal) eindigt met de vraag 'Wat is het verschil tussen lichaamseigen en lichaamsvreemd?'

Daarna volgt een voorkennistoets die al veel kennis uit het thema zelf toetst. Om voldoende voorkennis te hebben zou je 36 van de 42 punten moeten halen.

Dan volgen drie modules.

Op de blaren zitten

- A. Intro – korte tekst over de brand in café Het Hemeltje in Volendam op 1 januari 2001.
Focus op de huid.
- B. Vooraf – informatie over het op te leveren eindproduct (een informatieboekje over brandwonden) en de beoordelingscriteria daarvoor; de leerdoelen en deelconcepten van de module (met name de organen en de afweer van planten); verwijzingen naar relevante delen van de kennisbank en een overzicht van de werkwijze (werkvorm [duo's of groepjes], te downloaden werkplan; benodigdheden en aanduiding van de tijd [8 sluj]).
- C. Verwerking – zeven stappen
 - Stap 1 Brandwonden*
Op basis van informatie uit SchoolTV-video's over de huid, brandwonden en UV-straling maken de leerlingen een overzicht van verwondingen bij 1e, 2e en 3e graads verbrandingen en reflecteren ze op het belang van bescherming van de huid tegen brand, verwondingen en uv-licht.
 - Stap 2 De aanval komt van veel kanten*
M.b.v. de kennisbank maken de leerlingen een overzicht van de leerstof (met name de eerste verdedigingslinie: huid, slijmvliezen, traanvocht en macrofagen).
 - Stap 3 Het is maar een splintertje*
Wat gebeurt er als ziekteverwekkers door de huid heen komen? Leerstof: specifieke afweer.
 - Stap 4 Lichaamseigen of lichaamsvreemd dat is de vraag*
Leerlingen bestuderen een onderdeel uit de kennisbank over specifieke afweer.
 - Stap 5 Planten slaan terug*
Leerlingen lezen artikelen over verschillende plantensoorten en hoe die zich verdedigen tegen vraat en ziekteverwekkers. Daarna wisselen ze hun kennis hierover uit. In een tweede opdracht zoeken ze planten(delen) die een verdedigende functie hebben en tekenen of fotograferen die.
 - Stap 6 Als de afweer uit de hand loopt*
Aan de hand van filmpjes en websites verzamelen leerlingen informatie over allergie en auto-immuunziekten.
 - Stap 7 Afronding*
Leerlingen maken met de hele klas een informatieboekje over brandwonden, bedoeld voor mensen die in de thuissituatie met brandwonden te maken krijgen.

Haal jij ook een prik?

- A. Intro – korte tekst over een consultatiebureau. Focus immunisatie.
- B. Vooraf – informatie over het op te leveren eindproduct (een poster over de specifieke afweer) en de beoordelingscriteria daarvoor; de leerdoelen en deelconcepten van de module (met name de werking van het afweersysteem en immuniteit); verwijzingen naar relevante delen van de kennisbank en een overzicht van de werkwijze (werkvorm [individueel, duo's of groepjes], te downloaden werkplan; benodigdheden en aanduiding van de tijd [8 slu]).
- C. Verwerking – zes stappen
- Stap 1 Borstvoeding of toch maar de fles?*
Op basis van informatie van de kennisbank en websites spelen (sommige) leerlingen een rollenspel van een situatie op een consultatiebureau.
- Stap 2 Je gaat op vakantie en je neemt mee?*
Wat te doen bij een slangenbeet? Over inenten, actieve en passieve immunisatie.
- Stap 3 Actieve immunisatie*
Leerlingen zoeken informatie over verschillende vaccinaties uit het Rijksvaccinatieprogramma (veroorzaker, ziekte, protocol, bijverschijnselen en contra-indicaties).
- Stap 4 Hoe komt immuniteit tot stand?*
Over de verschillende cellen die bij de afweer betrokken zijn en over antigenen en antistoffen.
- Stap 5 Griep en tetanus*
Over de verschillen tussen bacteriën en virussen en de manier waarop het afweersysteem daar op reageert. Leerlingen voeren een simulatie van de site van de Grote Griepmeting uit.
- Stap 6 Afronding*
Met de hele klas maken de leerlingen een poster over de specifieke afweer, die ook als samenvatting bij het leren gebruikt kan worden.

Door de ogen van een ander

- A. Intro – korte tekst over hoornvliestransplantatie. Focus op transplantaties.
- B. Vooraf – informatie over het op te leveren eindproduct (een voorlichtingscampagne over het tekort aan orgaandonoren) en de beoordelingscriteria daarvoor; de leerdoelen en deelconcepten van de module (met name transplantatie, transfusie en bloedgroepen); verwijzingen naar relevante delen van de Kennisbank en een overzicht van de werkwijze (werkvorm [duo's of groepjes], te downloaden werkplan; benodigdheden en aanduiding van de tijd (6 slu)).
- C. Verwerking – vijf stappen
- Stap 1 Brandwonden*
Leerlingen oriënteren zich op verschillende onderzoeken bij brandwondencentra en op transplantatie met donorhuid afkomstig van embryo's.
- Stap 2 Bloed als weefsel*
Over bloeddonatie en bestanddelen van het bloed.
- Stap 3 Antigenen op je rode bloedcellen*
Over bloedgroepypering
- Stap 4 Rhesus-antagonisme*
Leerlingen worden in de rol van een behandelteam geplaatst dat een moeder en een kind met de verschijnselen van rhesus-antagonisme moet behandelen.
- Stap 5 Donor worden*
Leerlingen oriënteren zich op wat het betekent om donor te worden en nemen voor zichzelf een standpunt in.

Afsluiting

Na de modules is er een samenvattende afsluiting in vier stappen.

Stap 1 Hoe haal je het in je hoofd

Leerlingen maken een memory-spel met de begrippen uit de modules.

Stap 2 Reflectie

Leerlingen reflecteren op de samenwerkingsopdrachten in de modules.

Stap 3 Examenopgaven

Leerlingen oefenen met opgaven uit oude examens.

Stap 4 De lift

Een opdracht over de MRSA bacterie: wat is het, hoe kan een ziekenhuis MRSA opsporen, wat is resistentie en hoe wordt dat door antibiotica gestimuleerd?

Reflectie

- Het lesmateriaal voldoet redelijk aan de vijf hierboven beschreven kenmerken. Hoewel de titels van de modules anders doen vermoeden, is dit een thema dat qua inhoud en opbouw sterk de vakstructuur volgt.
- In het lesmateriaal wordt 'context' opgevat als situatie die begrepen kan worden met biologische kennis. Soms wordt die context ingezet als illustratie van de kennis, soms als aanleiding om die kennis op te zoeken. Aan het realiseren van voldoende 'wendbaarheid' in het toepassen van de biologische inhoud in verschillende contexten wordt geen specifieke aandacht besteed, doordat in het lesmateriaal al sprake is van het gebruik van een variëteit aan contexten. Van een eventueel noodzakelijke 'de- en recontextualisatie' is dus geen sprake.

Kwadrant B | Verbindende context

E-klassen van Wikiwijs: <https://eklassen.wikiwijs.nl/>

E-klas Afweer: http://maken.wikiwijs.nl/55220/E_klas_Afweer

Kenmerken

Een verbindende context brengt een pragmatische samenhang aan in een samenhangende groep al eerder gekozen concepten. De inrichting van het lesmateriaal volgt de verbindende context, maar niet alle gekozen concepten passen er naadloos bij:

- De conceptuele vakstructuur is herkenbaar in de selectie van de leerinhoud.
- Er is sprake van één verbindende context.
- De verbindende context volgt uit de keuze van concepten.
- De concepten behoren tot één deelgebied en hangen met elkaar samen via de conceptuele vakstructuur.
- Sommige concepten vallen buiten de verbindende context, maar zijn via de conceptuele vakstructuur met elkaar verbonden.

Herkomst van het voorbeeld

De e-klassen zijn gemaakt in het kader van de Innovatielimpuls (zie verder www.e-klassen.nl/)

en is een van de vele modules die te vinden is op internet. Ze zijn in principe

leerboekvervangend bedoeld. De manier waarop in de e-klassen met contexten wordt omgegaan loopt sterk uiteen, omdat elke e-klas eigen auteurs heeft.

Het leren in contexten wordt op de homepage van deze e-klas als volgt aan de leerlingen gepresenteerd.

"Anders dan je misschien gewend bent, leer je biologische kennis in deze module in een context aan. Dat betekent dat je leert welke biologische kennis belangrijk is in de praktijk van alledag of van een bepaald beroep of onderzoek.

De lesstof is anders gestructureerd dan in je biologieboek het geval is. Waar je misschien gewend bent om alles over cellen in het ene hoofdstuk te vinden en informatie over organen in een ander hoofdstuk, krijg je nu deze kennis meer door elkaar aangeboden. Het gevolg is dat niet alles wat je moet weten over een biologisch onderwerp netjes bij elkaar staat, maar op deze manier krijgt het leren meer betekenis en wordt het een stuk avontuurlijker. En je krijgt als het goed is meer inzicht in hoe alle onderdelen van de biologie met elkaar samenhangen."

Opzet van de e-klas

De e-klas is gestructureerd rond een casus van een pizzakoerier die een verkeersongeluk krijgt en in het ziekenhuis belandt. De leerlingen worden in de positie van een coassistent geplaatst die de patiënt moet onderzoeken en een behandeling moet voorstellen. De docent krijgt de rol van superviserend arts. Ieder hoofdstuk begint met de toestand van de patiënt (of vraag van de patiënt) en eindigt met een behandelplan (of antwoord aan de patiënt). Daartussen zit een informatiegedeelte met vragen en opdrachten voor de leerlingen.

Korte beschrijving van de inhoud

Na een intro over opzet, werkwijze en doelen (studiewijzer en 'Jij als coassistent') zijn er zeven hoofdstukken die namen dragen die zowel naar de toestand van de patiënt, als naar biologische onderwerpen verwijzen (virale infectie, resistentie). In een achtste hoofdstuk (reflectie) wordt teruggeblikt op het geleerde en op de manier van leren.

Hoofdstuk 1 Schaafwonden

Stef Aureus, de pizzakoerier, wordt binnengebracht in het ziekenhuis. De coassistent moet de situatie opnemen. De bijbehorende informatie gaat over de huid, ook over eigenschappen ervan die voor de schaafwonden niet relevant zijn (tatoeage, huidtypen).

Hoofdstuk 2 Bacteriën in de wond

Stef's wond gaat ontsteken. De info gaat over bacteriën: bouw en diversiteit, verschillende door bacteriën veroorzaakte ziekten (o.a. diarree), bacteriegroei en antibiotica.

Hoofdstuk 3 Virale infectie

De antibiotica tegen de ontsteking slaan aan, maar er lijkt een allergische reactie op te treden. Bovendien wordt Stef erg verkouden. De info gaat over virussen: verschil met bacteriën, en over door virussen veroorzaakte ziekten.

Hoofdstuk 4 Inenting

Stef vraagt zich af hoe het kan dat hij dit virus heeft opgelopen. Hij vraagt zijn moeder welke inenting hij in zijn jeugd heeft gekregen. Aan de coassistent vraagt hij of hij voldoende beschermd is. De info gaat over het Rijksvaccinatieprogramma (tegen welke ziekten beschermt dat?), over de cellen betrokken bij immuniteit en de werking daarvan. Opdracht aan de leerlingen is om een screencast te maken over de aspecifieke en specifieke afweer. Ook kunnen ze een simulatiespel op internet spelen.

Hoofdstuk 5 Resistentie

Stef blijkt een MRSA infectie te hebben opgelopen. De informatie gaat over het resistent worden van bacteriën en over effecten van een infectie met een MRSA-bacterie in het bijzonder.

D-toets over het voorgaande

Hoofdstuk 6 Bloed geven?

Stef is bloeddonor en wil weten wanneer hij weer bloed mag geven bij de bloedbank. De informatie gaat over bloedgroepen (AB0, rhesus en HLA).

Hoofdstuk 7 Allergie

Na behandeling van een aantal infecties is alles nu weer goed met Stef. Voordat hij zijn tas gaat inpakken stelt hij nog een vraag: "Hoe ontstaan allergieën eigenlijk? Dat is toch ook een soort afweerreactie?" De informatie gaat over allergische reactie dat de leerlingen uitzoeken a.d.h.v. een casus over een pollenallergie.

Hoofdstuk 8 Reflectie

Deze opdracht is bedoeld om te reflecteren op de vergaarde kennis en gemaakte patiënt status. Dat doen leerlingen door twee patiënt statussen van andere leerlingen (of groepjes) te beoordelen en daarna de eigen status nog eens langs te lopen en aan te vullen. Tot slot wordt gereflecteerd op het leerproces.

Reflectie

- De e-klas voldoet aan alle kenmerken van kwadrant B. Er is een verbindende context gezocht bij de onderwerpen van de vakstructuur. Hier en daar komt dat wat gekunsteld over, met name de hoofdstukken over bloeddonatie en allergie volgen niet vanzelf uit de context. Toch zijn het geen echte *Fremdkörper*. De vakstructuur structureert de context / hoofdstukken niet, maar blijft wel duidelijk herkenbaar.
- Een context wordt hier opgevat als een handelingspraktijk vanuit één deelnemer, namelijk die van de coassistent. Alle intro's en eindopdrachten van de hoofdstukken staan in dat kader. De kennis die de leerlingen moeten opdoen in dat kader zou echter in werkelijkheid wel ontoereikend zijn. Er wordt dus niet echt een realistisch beeld van die beroepspraktijk gegeven.

Kwadrant C | Centrale context

Modules uit de examenpilot voor havo: www.betanova.nl/slo.nl/downloads/Imp/BiologieHavo/
Module *Ziekteverwekkers, afweer en behandeling*:
www.slo.nl/downloads/Imp/BiologieHavo/ZAB/

Kenmerken

Eén context staat centraal, en dient als vraagstelling en selectie criterium voor concepten.

- Er is sprake van één centrale context.
- De concepten volgen uit de keuze van de centrale context.
- De concepten komen vanuit verschillende deelgebieden van een vakgebied of uit meerdere vakgebieden en hangen via de centrale context met elkaar samen.
- Alle concepten vallen binnen de centrale context.

Herkomst van het voorbeeld

De module *Ziekteverwekkers, afweer en behandeling* (ZAB) is gemaakt in het kader van de CVBO examenpilot van het nieuwe examenprogramma biologie door docenten van Havo Notre Dame des Anges in Ubbergen en het Candea College in Duiven. Het is een voorbeeld van de uitwerking van de concept-contextbenadering volgens de aanleercontext-oefencontext-toetscontext opzet, waarbij expliciet aandacht is voor het meenemen van concepten van de ene grote context naar de andere. Veel andere modules die voor de pilot gemaakt zijn kennen dezelfde opbouw, hoewel niet allemaal. De mate waarin de contexten als centrale contexten functioneren verschilt. ZAB is een voorbeeld waar dat goed gelukt is. De module is uitgegeven op de eerste dvd van de CVBO (januari 2009, met als titel *Afweer*) en in gereviseerde vorm als bijlage bij het eindadvies (december 2010) en op de SLO-site en op www.betanova.nl.

Opzet van de module

De eerste grote context wordt geïntroduceerd door een aantal dia's over de brand in café Het Hemeltje in Volendam op 1 januari 2001. Het vervolg gaat over een van de slachtoffers die na verpleging in België niet terug mag naar een Nederlands ziekenhuis uit vrees voor een MRSA-besmetting. Doordat zij niet op tijd de medische hulp kan krijgen die ze nodig heeft, overlijdt deze patiënte. Centrale vraag is hoe deze situatie kon ontstaan en in de toekomst kan worden voorkomen. Om deze vraag te beantwoorden is kennis over ziekteverwekkers, afweer, beschermende maatregelen en (ziekenhuis)beleid nodig. Dat laatste valt buiten het examenprogramma.

De tweede context betreft een situatie op een huisartsenpraktijk waarbij besloten moet worden welke van vier patiënten het meest in aanmerking komt voor de laatste grieprik. Om zo'n beslissing te kunnen nemen is kennis nodig van infecties, afweer en risico's. Dat laatste valt buiten het examenprogramma.

Na de tweede context volgt een schakelles, waarin de begrippen uit beide contexten met elkaar in verband gebracht worden in een samenvattend overzicht.

De derde context, die als groepstoets wordt uitgevoerd, betreft het doneren van bloed. Deze bestaat eigenlijk uit drie kleinere contexten: bloedtransfusie, plasmadonatie en mogelijke complicaties bij een zwangerschap in verband met het rhesus antigeen.

Korte beschrijving van de inhoud

Context 1 Aanval van de MRSA

Na de introductie over de Volendambrand en de patiënte (in de vorm van een artikel uit de *Gazet van Antwerpen*) worden drie experts uit het ziekenhuis gepresenteerd: een analist medische microbiologie, een internist-infectioloog en een beleidsmedewerker. De leerlingen moeten in groepjes van drie, vragen bedenken om aan die experts te stellen; die vragen moeten verband houden met de centrale vraag van de context.

Leerlingen krijgen vervolgens schriftelijke informatie over deze beroepen en hun achtergrondkennis: (1) bacteriën en antibiotica; (2) de drie afweerlinies in detail; en (3) hygiëne (in een ziekenhuis), de MRSA bacterie, verlaagde afweer en antibiotica.

Daarna moeten de leerlingengroepjes in de rollen van de drie experts kruipen en antwoord geven op hun eigen vragen. Met die antwoorden maken ze een conceptmap over de vraag hoe een situatie kan ontstaan dat een onschuldige *S. aureus* bacterie een groot gevaar kan worden. Vervolgens wordt antwoord gezocht op de centrale vraag. Expliciet wordt de context van het strikt medische antwoord daarin meegenomen. De context besluit met een discussie aan de hand van een drietal stellingen over te voeren beleid. Daarbij gaat het om het afwegen van risico's.

Context 2 Wie krijgt de laatste grieprik?

Na een korte schets van de situatie (vier mensen in de wachtkamer en nog maar één portie vaccin), volgt een korte uitleg van griep en het vaccinatieprogramma. Opdrachten gaan over 'wat is *ziek zijn?*', 'wat is een vaccin?' en 'wie krijgt de laatste prik?'. Voor die laatste opdracht zijn er vier persoonsbeschrijvingen.

Vervolgens wordt een huisartsenpraktijk met verschillende functies geïntroduceerd: huisarts, praktijkassistent en praktijkondersteuner. Ter oriëntatie maken leerlingen een aantal opdrachten over besmettelijke ziekten, immuniteit en beschermende maatregelen.

Dan wordt er een gesprek op de huisartsenpraktijk gesimuleerd waarin leerlingen (in hun groepje van drie) hun keus en argumenten kunnen inbrengen. Ze gebruiken daarbij een invulschema om de argumenten vóór en tegen de verschillende kandidaten op te schrijven. Na het schema wordt er nog informatie gegeven en worden opdrachten gemaakt over risicogroepen en (onderzoek naar) de effectiviteit van het griepvaccin.

Schakelen

Leerlingen maken een tabel met kolommen voor bacteriën, virussen en schimmels. Deze drie groepen ziekteverwekkers worden vergeleken wat betreft eigenschappen, reacties van het afweersysteem en medische behandeling. De tabel moet minstens acht rijen bevatten. In een tweede opdracht worden de raakvlakken van het thema afweer met andere onderwerpen in de biologie in kaart gebracht.

Toetscontext – Het doneren van bloed

Leerlingen krijgen informatie over doneren van bloed, bloed, en bloedgroepen. Daarna maken ze een conceptmap rond de vraag 'met welke factoren rond afweer moet rekening gehouden worden bij het doneren en toedienen van bloed?' In het tweede deel van de toets worden achtereenvolgens drie situaties beschreven (een verkeersslachtoffer komt in het ziekenhuis, plasmadonatie en de geboorte van een rhesus positief kind van een rhesus negatieve moeder).

Reflectie

- De eerste twee contexten dragen elk de kenmerken van kwadrant C. Samen met de toetscontext dekken ze de gehele leerstof af én voegen daar contextgebonden kennis aan toe. Die kennis komt niet uit andere delen van de biologie, maar uit de sfeer van de toepassing: beleid van ziekenhuizen of huisartsen en risico-inschatting.
- Een context wordt hier opgevat als een handelingspraktijk waarin verschillende deelnemers (inter)actief zijn. De eerste twee contexten zijn elk gefocust op het beantwoorden van één centrale vraag. Die wordt – op het niveau van de leerlingen – beantwoord. De overlappende begrippenverzamelingen uit beide contexten worden in een schakelles samengebracht en weer toegepast in een nieuwe (toets)context.
De drie contexten in de toets hangen samen rond het thema bloeddonatie, maar kennen niet een centrale vraag. Wel vormen ze een goede mogelijkheid om de begrippen uit de eerste twee contexten in te zetten.

Kwadrant D | Context op afstand

Hoofdstuk 3 Afweer uit een basisboek voor de opleiding voor verplegende en verzorgende beroepen, niveau 4. Bastiaanssen, C.A., Jochems, A.A.F., Jüngen, I.J.D., & Tervoort, M.J. (2007). *Anatomie en fysiologie*. Houten: Bohn Stafleu Van Loghum.

Kenmerken

Een context staat op afstand, de inrichting van het materiaal wordt bepaald door de conceptuele vakstructuur, maar de gekozen concepten hangen samen via de context en komen vaak uit verschillende delen van het vakgebied of uit verschillende vakgebieden:

- De conceptuele vakstructuur is herkenbaar in de inrichting van het materiaal.
- Er is sprake van één grotere context, maar er kunnen andere contexten zijn, naast deze context op afstand. De meeste concepten volgen uit de keuze van de context op afstand.
- De concepten komen uit verschillende delen van een vakgebied of uit meerdere vakgebieden en hangen via de context-op-afstand met elkaar samen.
- Sommige concepten vallen buiten de context-op-afstand, maar zijn via de conceptuele vakstructuur met elkaar verbonden.

Herkomst van het voorbeeld

Een beroepspraktijk vormt de context van een beroepsopleiding. Deze bepaalt wat er geleerd moet worden. In de redactionele verantwoording van het boek, waar het curriculummodel en het didactisch concept toegelicht worden, staat dan ook:

“De eindtermen (...) zijn richtinggevend voor de invulling van de leer- en vormingsgebieden verpleegkunde, ziekteleer, gezondheidsleer en methoden en technieken. Centraal daarin staat de verpleegkunde. In de verpleegkunde leert de

verpleegkundige competent te worden in belangrijke beroeps- en verpleegsituaties afgeleid uit de zorgsituaties.

(...)

Een belangrijke overweging bij het concept van de serie Basiswerken is dat de student de 'grammatica' van de diverse vakken goed leert beheersen. Om competent te kunnen functioneren zal de beroepsbeoefenaar verpleegsituaties moeten kunnen beoordelen vanuit medische en psychosociale vakgebieden (...).

(...)

In de serie Basiswerken is ervoor gekozen de algemeen geldende structuur van het vak te volgen. Ieder vak(gebied) kent haar eigen systematiek."

Opzet van het hoofdstuk

De indeling van het hoofdstuk volgt de vakstructuur: exogene specifieke afweer, endogene specifieke afweer, specifieke afweer, regulatie van de afweer, natuurlijke en kunstmatige immuniteit, HLA-antigenen en orgaantransplantaties.

In kaders verspreid over het hoofdstuk (de zgn Intermezzi) worden uitstapjes gemaakt naar de verpleegkundige praktijk, door een ziekte, een geneesmiddel of een verpleegkundige situatie te bespreken.

Korte beschrijving van de inhoud

§ 3.1 *Afweer* – een algemene inleiding op het hoofdstuk. Een paginagroot intermezzo over verstoord evenwicht in de microflora door gebruik van medicijnen, immunodeficiëntie, auto-immuniteit of allergie.

§ 3.2 *Exogene specifieke afweer* – over de huid, slijmvliezen, maagsap en darmwand als mechanische en fysiologische barrières voor ziekteverwekkende stoffen en organismen.

§ 3.3 *Exogene specifieke afweer* – over de stoffen (histamine, cytokinen e.d.) en cellen (leukocyten) die betrokken zijn bij het ontstekingsproces en het opruimen van schadelijke stoffen en cellen door o.a. fagocytose. De eindtermen voor hbo zijn niet dezelfde als die voor havo en vwo; hier worden ook de verschillende typen granulocyten behandeld.

§ 3.4 *Immuniteit: specifieke afweer* – over de verschillende cellen (lymfocyten), stoffen en processen die bij de specifieke afweer betrokken zijn.

§ 3.5 *Humorale immunrespons* – over B-lymfocyten, plasmacellen, antigenen en antilichamen (immunoglobulinen). Met een intermezzo over de ziekte van Kahler.

§ 3.6 *Cellulaire immunrespons* – over de verschillende T-lymfocyten.

§ 3.7 *Regulatie van de afweer* - over de invloed van hormonen, m.n. cortisol.

§ 3.8 *Natuurlijke en kunstmatige immuniteit* - en over actieve en passieve immuniteit. Met een intermezzo over auto-immuniteit.

§ 3.9 *HLA-antigenen en orgaantransplantaties* - over indeling van HLA-antigenen en afstotingsreacties bij transplantaties.. Met intermezzi over immunosuppressiva en de relatie tussen ziekten en het HLA-systeem.

Bloedgroepen (ABO en rhesus) worden in het hoofdstuk over bloed behandeld.

Reflectie

- Het hoofdstuk vertoont alle kenmerken van een context op afstand, zij het dat er weinig concepten uit andere delen van het vak aan de orde komen. In die zin stuurt de vakstructuur ook in het boek als geheel de indeling. Uitzondering daarop is de paragraaf over regulatie, de invloed van hormonen.
- Er is maar één opvatting van context: dat is de beroepspraktijk waarvoor opgeleid wordt.

Bijlage 4 Voorbeelden lesmateriaal natuurkunde

Inleiding

In de publicatie *Concept-contextvenster – Zicht op de wisselwerking tussen concepten en contexten in het bèta-onderwijs* (Bruning & Michels, 2013) worden in het concept-contextvenster vier kwadranten onderscheiden, met daarbij globaal beschreven voorbeelden van lesmateriaal dat bij de verschillende kwadranten aansluit. Die lesmateriaalvoorbeelden lopen echter nogal uiteen wat betreft vakinhoud, context en didactische werkvorm. Om de kenmerken van de kwadranten beter te kunnen vergelijken, heeft *Newton*-auteur Koos Kortland voor elk van de kwadranten een lesmateriaalvoorbeeld geschreven met zoveel mogelijk een vergelijkbare vakinhoud, context en didactische aanpak. Deze lesmateriaalvoorbeelden zijn te vinden onder het kopje *Voorbeeldmateriaal concept-contextvenster* op

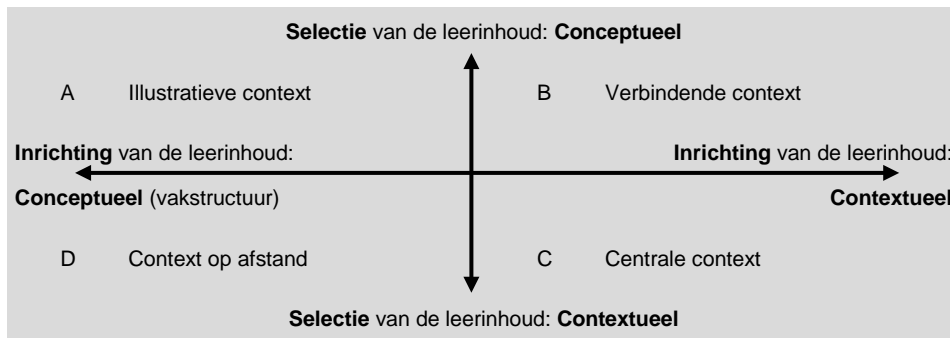
<https://www.thiememeulenhoff.nl/voortgezet-onderwijs/exacte-vakken/natuurkunde/newton-4e-editie>

Deze bijlage geeft een karakterisering van de vier kwadranten en van de vakinhoud die voor de vier lesmateriaalvoorbeelden gekozen is. Dan volgt een globale beschrijving van de bijbehorende lesmateriaalvoorbeelden en een toelichting op de bij de ontwikkeling daarvan gemaakte keuzes.

Bij het ontwikkelen van elk van de vier lesmateriaalvoorbeelden is dezelfde vakinhoud van tevoren vastgelegd in termen van een subdomein van de syllabus voor het centraal examen HAVO natuurkunde. Dat heeft als voordeel dat ze onderling goed te vergelijken zijn, en een beeld geven van hoe een onderwerp voor het centraal examen in elk van de kwadranten van het concept-contextvenster eruit kan zien. Een nadeel daarvan is echter dat de overeenkomsten tussen de vier lesmateriaalvoorbeelden mogelijk meer opvallen dan de verschillen. Kenmerkend voor de kwadranten C en D in het concept-contextvenster is namelijk dat de selectie van de leerinhoud door de context wordt bepaald. Dat is bij de lesmateriaalvoorbeelden in deze twee kwadranten tot op zekere hoogte wel het geval, maar minder dan mogelijk zou zijn geweest. De keuze van een onderwerp voor het schoolexamen biedt meer vrijheid en zou tot grotere verschillen tussen de lesmateriaalvoorbeelden hebben geleid. Voor onderwerpen zoals bio- en geofysica, die in het schoolexamen worden getoetst, zijn namelijk geen specificaties voorgeschreven die in een syllabus worden vastgelegd. De belangrijkste overweging bij de keuze van een onderwerp voor het centraal examen is echter om zichtbaar te maken dat ook voor zo'n onderwerp – met een gegeven eindterm en de bijbehorende specificaties – een uitwerking van de vier kwadranten van het concept-contextvenster mogelijk is.

Concept-contextvenster

Het concept-contextvenster gaat bij het opzetten van een lessenserie uit van twee vragen: wat bepaalt de *selectie* van de inhoud van het materiaal, en wat bepaalt de *inrichting* van het materiaal? En op beide vragen zijn twee antwoordmogelijkheden: de conceptuele vakstructuur of de context. Deze twee vragen met elk de twee mogelijke antwoorden leveren vier verschillende uitwerkingen op voor de wisselwerking tussen contexten en concepten, zoals hieronder in een schema wordt weergegeven.



Vakinhoud

Syllabus

De natuurkundige vakinhoud van de lesmateriaalvoorbeelden is ontleend aan de *Syllabus centraal examen 2015 Natuurkunde HAVO* (CvE, 2012), subdomein *C2 Energieomzettingen*.

Eindterm

De kandidaat kan in contexten de begrippen energiebehoud, rendement, arbeid en warmte gebruiken om energieomzettingen te beschrijven en te analyseren.

Specificatie

De kandidaat kan:

1. berekeningen maken met betrekking tot kracht, verplaatsing, arbeid, snelheid en vermogen,
 - berekenen van arbeid uit kracht en verplaatsing alleen in situaties waarbij de richting van de kracht evenwijdig is aan de verplaatsing.
2. energieomzettingen bij bewegingen analyseren,
 - de wet van behoud van energie en de relatie tussen arbeid en kinetische energie toepassen;
 - minimaal de bewegingen: vrije val, valbeweging met wrijving en verticale worp;
 - energieën: kinetische energie, zwaarte-energie, chemische energie, warmte;
 - vakbegrip: wrijvingsarbeid;
 - minimaal in de contexten: energiegebruik en energiebesparing in het verkeer, de bewegende mens.

De volgende formules horen bij deze specificaties:

$$W = F \cdot s$$

$$P = \frac{E}{t}, P = \frac{W}{t}, P = F \cdot v$$

$$E_k = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2, E_z = m \cdot g \cdot h, E_{ch} = r_v \cdot V, E_{ch} = r_m \cdot m$$

$$W_{tot} = \Delta E_k, E_{tot,in} = E_{tot,uit}$$

$$\eta = \frac{E_{nuttig}}{E_{in}} = \frac{P_{nuttig}}{P_{in}}$$

De eindterm en de bijbehorende specificaties zijn in subdomein *C2 Energie en wisselwerking* voor VWO vergelijkbaar, zij het met een breder scala aan situaties waarin arbeid moet kunnen worden berekend (positieve en negatieve arbeid, arbeid bij een hoek α tussen kracht en verplaatsing, arbeid bij een veranderlijke kracht), en met een breder scala aan bewegingssituaties (trilling en stuiterbeweging, inclusief veerenergie).

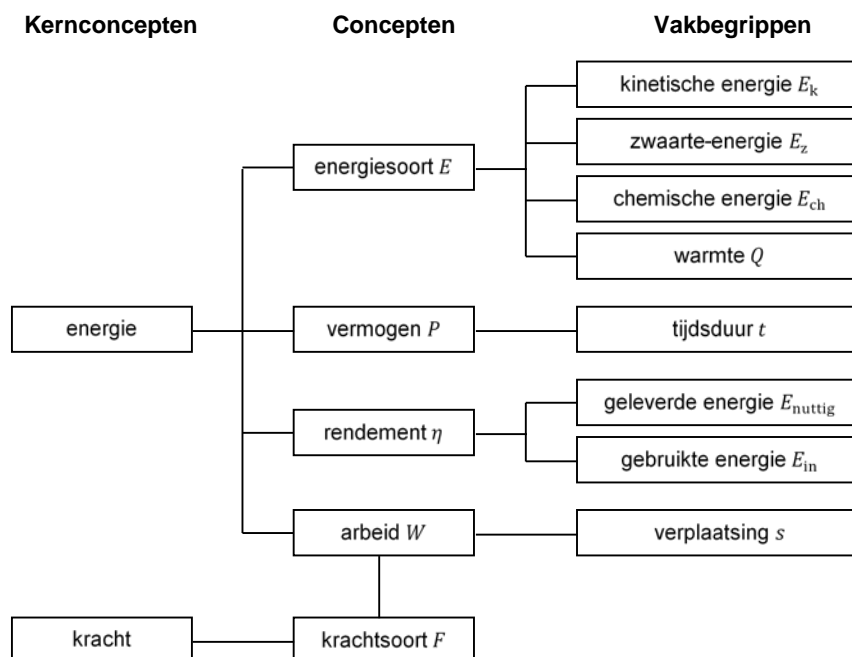
Voorkennis

In de lesmateriaalvoorbeelden is uitgegaan van voorkennis van de begrippen kracht, snelheid, versnelling, zwaartekracht, normaalkracht, rol- en luchtweerstand en – voor zover in de syllabus genoemd – de bijbehorende formules uit subdomein *C1 Kracht en beweging*, alsmede de begrippen elektrische energie, warmte en vermogen.

De formules voor de rol- en luchtweerstand zijn in de syllabus voor HAVO niet opgenomen, voor VWO wel.

Conceptuele vakstructuur

De aan de syllabus ontleende fysische leerinhoud van de voorbeeldlesmaterialen is – met de bovengenoemde inperkingen – hiërarchisch in kaart te brengen:



Hierbij moet worden opgemerkt dat het onderbrengen van de verschillende begrippen in de categorieën kernconcepten, concepten en vakbegrippen voor discussie vatbaar is. In de syllabus havo natuurkunde wordt bijvoorbeeld het concept 'vakbegrip' anders uitgewerkt dan in bovenstaand schema.

Lesmateriaal

De lesmateriaalvoorbeelden gaan waarschijnlijk zo hier en daar nogal 'kort door de bocht'. De lees/leerteksten zijn (voor havoleerlingen) mogelijk nog niet helder genoeg, het aantal opgaven per paragraaf is beperkt. Er is (nog) geen aandacht voor leerlingdenkbeelden en een daarop toegesneden begripsontwikkeling, er is (nog) geen sprake van het gebruik van computersimulaties en webfilms enzovoort. De lesmateriaalvoorbeelden moeten daarom gezien worden als niet meer dan een eerste aanzet, maar wel voldoende geschikt om een beeld te geven van de vier verschillende concept-contextbenaderingen.

In de toelichting op de lesmateriaalvoorbeelden worden eerst de kenmerken van elk van de vier kwadranten in het concept-contextvenster genoemd, gevolgd door een beschrijving van de opzet en inhoud van het lesmateriaalvoorbeeld. De toelichting wordt afgesloten met een reflectie op het realiseren van de genoemde kenmerken, de betekenis van het begrip 'context' en de 'wendbaarheid' in het toepassen van de fysieke leerinhoud.

Vooraf moet in zijn algemeenheid worden opgemerkt dat bij de selectie van zowel de vakinhoud als de contexten in het lesmateriaalvoorbeeld voor elk van de vier kwadranten ook andere keuzes mogelijk zijn en dat onderdelen van het lesmateriaalvoorbeeld voor het ene kwadrant ook gebruikt hadden kunnen worden voor het lesmateriaalvoorbeeld voor een ander kwadrant. Verder is er bij de lesmateriaalvoorbeelden in de kwadranten C en D niet voor gekozen om vakinhoud uit andere vakgebieden dan natuurkunde een plaats te geven, ook al was dat binnen de gekozen contexten wel mogelijk geweest. De belangrijkste reden hiervoor is de bestaande traditie van gescheiden natuurwetenschappelijke vakken in de bovenbouw havo/vwo, maar daarnaast heeft daarbij ook de beperkte kennis van de auteur op vakgebieden als scheikunde en biologie een rol gespeeld. Dit betekent dat één van de kenmerken van lesmateriaal in de kwadranten C en D slechts gedeeltelijk herkenbaar is in de bijbehorende lesmateriaalvoorbeelden: de concepten komen wél vanuit verschillende deelgebieden van de natuurkunde, maar niet uit meerdere vakgebieden.

Kwadrant A / Illustratieve context

Energieomzettingen | Bewegingen in de sport en het verkeer

Kenmerken

Verschillende contexten worden gebruikt als ad-hoc illustraties van al eerder gekozen concepten:

- De conceptuele vakstructuur staat centraal.
- De conceptuele vakstructuur is herkenbaar in de selectie van de leerinhoud en in de inrichting van het materiaal.
- Er zijn verschillende (kleine) contexten, die de concepten illustreren.
- De contexten volgen uit de keuzes van de concepten.
- De concepten horen tot één deelgebied en hangen met elkaar samen via de conceptuele vakstructuur.

Opzet

Het lesmateriaalvoorbeeld volgt op hoofdlijnen de conceptuele vakstructuur: energie is te onderscheiden in verschillende energiesoorten die via de door een kracht verrichte arbeid met een bepaald rendement in elkaar kunnen worden omgezet, geïllustreerd door contexten ontleend aan verkeer, menselijk lichaam, sport, energievoorziening, energiegebruik in huis enzovoort. Daarbij wordt de eindterm volledig uitgewerkt: alle in de syllabus genoemde specificaties zoals weergegeven in figuur 2 komen aan bod. Er is geen sprake van extra leerstof buiten de inhoud van de syllabus om. Zowel wat betreft de inrichting van de leerinhoud als wat betreft de leerstofselectie is dus de conceptuele vakstructuur (binnen de beperkingen van de syllabus) leidend geweest.

In paragraaf 1.1 – de inleiding – worden de contexten sport en verkeer kort geïntroduceerd, de andere contexten blijven daar buiten beschouwing. De daaruit volgende hoofdstukvraag heeft een voornamelijk fysisch karakter.

De opzet van de leerstofparagrafen 1.2 t/m 1.6 is steeds ruwweg hetzelfde: een korte contextachtige introductie uitlopend op een fysieke paragraafvraag, een voornamelijk fysieke lees/leertekst geïllustreerd met een variëteit aan contexten (meestal in de marge in de vorm van foto's met onderschrift) en een verzameling fysieke en contextuele opgaven.

Bij deze contextuele opgaven gaat het na een schets van de context vooral om fysische vraagstellingen en niet – op mogelijk een enkele uitzondering na – om contextuele vraagstellingen.

In paragraaf 1.7 – de afsluiting – staan na een fysische samenvatting enkele wat langere contextuele eindopgaven, waarin de inhoud van de voorafgaande paragrafen in wisselende combinaties moet worden toegepast. Er wordt in deze afsluiting niet teruggekomen op de eerder geschetste en gebruikte contexten, en er is evenmin sprake van de introductie van nieuwe contexten.

Er wordt in het lesmateriaalvoorbeeld driemaal verwezen naar een practicumwerkblad. Deze werkbladen zijn verder niet uitgewerkt.

Inhoud

De korte inleiding (1.1) met een indicatie van de contexten sport en verkeer loopt uit op de volgende hoofdstukvraag: welke energieomzettingen zijn er nodig bij bewegingen?

De vervoloparagrafen (1.2 t/m 1.6) zijn gericht op het aanleren/verwerken van achtereenvolgens de volgende leerinhouden, steeds geïllustreerd door uiteenlopende (kleine) contexten:

- energiesoorten (kinetische energie, zwaarte-energie, chemische energie) bij kogelstoten, gewichtheffen, windturbine en waterkrachtcentrale;
- arbeid (kracht en arbeid, arbeid en kinetische energie, omzetting van zwaarte-energie in kinetische energie) bij hardlopen, optrekken en remmen in het verkeer en hoogspringen;
- arbeid en warmte (wrijvingsarbeid, rol- en luchtweerstand) bij rijden met constante snelheid in het verkeer en de terugkeer van een ruimtecapsule in de dampkring van de aarde;
- rendement (energiebehoud, afvalwarmte, rendement) bij automotor, elektriciteitscentrale, menselijk lichaam, elektrische boiler en spaarlamp;
- mechanisch vermogen (arbeid en vermogen, snelheid en vermogen) bij automotor, hardlopen en wielrennen.

De afsluiting (1.7) geeft een samenvatting met opdrachten voor het maken van een formuleoverzicht en een begrippenweb (als verwerking van die samenvatting), gevolgd door een aantal eindopgaven rond contexten als hardlopen, wielrennen, fietsen op zonne-energie, windturbine en waterkrachtcentrale.

Reflectie

- Het lesmateriaalvoorbeeld voldoet redelijk aan de vijf hierboven beschreven kenmerken: de conceptuele vakstructuur staat centraal en is herkenbaar in de selectie van de leerinhoud en in de inrichting van het materiaal, terwijl de (binnen één deelgebied samenhangende) concepten worden geïllustreerd door verschillende (grotere of kleinere) contexten. De contexten verkeer en sport komen vrij regelmatig voor, de contexten menselijk lichaam, energievoorziening en energiegebruik minder – maar er zijn mogelijkheden om dat laatste verder uit te breiden (energiedrank, werking van het hart, schommelen, getijde-energie, batterijen enzovoort).
- In het lesmateriaalvoorbeeld wordt 'context' opgevat als praktijk- of probleemsituatie waarin de gepresenteerde fysische inhoud herkenbaar is.
- Aan het realiseren van voldoende 'wendbaarheid' in het toepassen van de fysische inhoud in verschillende contexten wordt geen specifieke aandacht besteed. De vraag is of dat hier noodzakelijk is, omdat er al verschillende contexten aan bod komen.

Kwadrant B / Verbindende context

Sport en beweging | Energieomzettingen

Kenmerken

Een verbindende context brengt een pragmatische samenhang aan in een samenhangende groep al eerder gekozen concepten. De inrichting van het lesmateriaal volgt de verbindende context, maar niet alle gekozen concepten passen er naadloos bij:

- De conceptuele vakstructuur is herkenbaar in de selectie van de leerinhoud.
- Er is sprake van één verbindende context.
- De verbindende context volgt uit de keuze van concepten.
- De concepten behoren tot één deelgebied en hangen met elkaar samen via de conceptuele vakstructuur.
- Sommige concepten vallen buiten de verbindende context, maar zijn via de conceptuele vakstructuur met elkaar verbonden.

Opzet

De verbindende context van het lesmateriaalvoorbeeld is 'bewegingen in de sport'. Daarbij wordt de eindterm volledig uitgewerkt: alle in de syllabus genoemde specificaties zoals weergegeven in figuur 2 komen aan bod. Er is geen sprake van extra leerstof buiten de inhoud van de syllabus om. Wat betreft de leerstofselectie is dus de conceptuele vakstructuur (binnen de beperkingen van de syllabus) leidend geweest. Wat betreft de inrichting van de leerinhoud wijkt de gekozen volgorde van de leerstof af van wat vanuit vakstructuur voor de hand ligt. Een uitwerking met een leerstofvolgorde zoals in het lesmateriaalvoorbeeld van kwadrant A was ook mogelijk geweest.

In paragraaf 2.1 – de inleiding – wordt de context sport geïntroduceerd door middel van onder andere een tweetal praktijk- of probleemsituaties. De verwachting is dat de leerlingen de vragen rond deze situaties nog niet volledig kunnen beantwoorden, wat voor hen een motivering zou moeten zijn om met de inhoud van het hoofdstuk aan de slag te gaan. De hoofdstukvraag met een voornamelijk contextueel karakter legt een verbinding tussen de twee aan de sport ontleende praktijk- of probleemsituaties en fysische begrippen, en wijst er (daardoor) op dat de bij de leerlingen opgekomen vragen met de inhoud van het hoofdstuk (uiteindelijk) wel te beantwoorden zouden moeten zijn. Vandaar dat de twee in paragraaf 2.2 geïntroduceerde praktijk- of probleemsituaties in paragraaf 2.5 – de afsluiting – weer terugkomen (opdracht 33, en in aansluiting daarop 34 en 35).

De opzet van de leerstofparagrafen 2.2 t/m 2.4 is steeds ruwweg hetzelfde: een korte contextachtige introductie uitlopend op een redelijk contextuele paragraafvraag, een voornamelijk fysische lees/leertekst die regelmatig zowel in de tekst als in de figuren verwijst naar de verbindende context van bewegingen in de sport (en dan ook geen andere contexten dan alleen die) en een verzameling bijpassende, voornamelijk bij de verbindende context passende opgaven.

In paragraaf 2.5 – de afsluiting – staan na een vrij contextuele samenvatting en de eerder genoemde terugverwijzing naar de twee praktijk- of probleemsituaties uit de inleiding enkele wat langere contextuele eindopgaven, waarin de inhoud van de voorafgaande paragrafen in wisselende combinaties moet worden toegepast. Er is in een deel van deze eindopgaven sprake van de introductie van een nieuwe context: 'verkeer'.

Er wordt in het lesmateriaalvoorbeeld tweemaal verwezen naar een practicumwerkblad. Deze werkbladen zijn verder niet uitgewerkt.

Inhoud

De inleiding (2.1) gaat kort in op kracht, energie en vermogen bij bewegingen in de sport, en probeert daarover in een tweetal opdrachten over wielrennen en hoogspringen bij leerlingen vragen op te roepen die aanleiding geven tot de volgende hoofdstukvraag: wat is bij bewegingen in sport het verband tussen kracht, energie, vermogen en snelheid?

De vervoloparagrafen (2.2 t/m 2.4) zijn gericht op het aanleren/verwerken van achtereenvolgens de volgende leerinhouden binnen de gekozen verbindende context bewegingen in de sport:

- omzetting van chemische energie in beweging en warmte (chemische energie, kinetische energie, warmte, wrijvingsarbeid, rol- en luchtweerstand, arbeid, energiebehoud, rendement) bij wielrennen, hardlopen, verspringen en speerwerpen;
- energieomzettingen bij bewegen (kinetische energie, wet van arbeid en kinetische energie, zwaarte-energie, omzetting van zwaarte-energie in kinetische energie) bij kogelstoten, gewichtheffen, wielrennen en skydiven;
- mechanisch vermogen (arbeid en vermogen, snelheid en vermogen, rendement en vermogen) bij wielrennen, hardlopen en schaatsen.

De afsluiting (2.5) geeft een samenvatting met opdrachten voor het maken van een formuleoverzicht en een begrippenweb (als verwerking van die samenvatting) en een terugblik op de twee opdrachten uit de inleiding, gevolgd door een aantal eindopgaven rond contexten als wielrennen en hoogspringen (beide gekoppeld aan de twee opdrachten uit de inleiding), schaatsen, vliegen op spierkracht en de actieradius van een elektrische fiets.

Reflectie

- Het lesmateriaalvoorbeeld voldoet redelijk aan de vijf hierboven beschreven kenmerken: de conceptuele vakstructuur is herkenbaar in de selectie van de leerinhoud, terwijl de (binnen één deelgebied samenhangende) concepten met elkaar worden verbonden door één context (bewegingen in de sport). Er is, in afwijking van het laatste kenmerk, echter geen sprake van het voorkomen van (door de syllabus voorgeschreven) concepten die buiten de verbindende context vallen. Dit wordt enerzijds veroorzaakt door de inperking van de vakinhoud in de syllabus, en anderzijds door de grote 'breedte' van een context als sport. In het lesmateriaalvoorbeeld is gekozen voor 'bewegingen in de sport' als verbindende context, maar er had overigens ook zonder problemen (met zowel leerstofselectie als inrichting van de leerinhoud) gekozen kunnen worden voor 'bewegingen in het verkeer' – zij het met iets als 'rijden op een helling' als toegevoegde praktijksituatie om ook het begrip zwaarte-energie en de daaraan gekoppelde energieomzettingen een plaats te geven.
- In het lesmateriaalvoorbeeld wordt 'context' opgevat als een praktijk- of probleemsituatie die met de nog te presenteren fysische inhoud kan worden opgelost.
- Aan het realiseren van voldoende 'wendbaarheid' in het toepassen van de fysische inhoud in verschillende contexten wordt in eerste instantie geen **aandacht** besteed, en gebeurt pas in de afsluiting – zij het in zeer beperkte mate in de opgaven 37 en 38. De praktijksituaties in deze opgaven lijken wat betreft het toepassen van de fysische inhoud zeer sterk op de eerdere sportsituaties in het hoofdstuk (luchtfiets en elektrische fiets versus wielrenner op racefiets). De vraag is of 'de- en recontextualisatie' in dit hoofdstuk noodzakelijk is. In een hoofdstuk 'examenvorbereiding' kan in de vorm van een aantal opgaven ontleend aan een variëteit aan contexten gewerkt worden aan het (verder) realiseren van voldoende wendbaarheid, voor zover vereist op het centraal examencontexten gewerkt worden aan het (verder) realiseren van voldoende wendbaarheid, voor zover vereist op het centraal examen.

Kwadrant C / Centrale context

Brandstofverbruik in het verkeer | Energie en arbeid

Kenmerken

Eén context staat centraal, en dient als vraagstelling en selectie criterium voor concepten.

- Er is sprake van één centrale context.
- De concepten volgen uit de keuze van de centrale context.
- De concepten komen vanuit verschillende deelgebieden van een vakgebied of uit meerdere vakgebieden en hangen via de centrale context met elkaar samen.
- Alle concepten vallen binnen de centrale context.

Opzet

De centrale context van het lesmateriaalvoorbeeld is 'brandstofverbruik in het verkeer', en dat heeft consequenties voor de fysische inhoud: extra ten opzichte van de inhoud van de syllabus zoals weergegeven in figuur 2 zijn het begrip 'brandstofverbruik' en de formules voor de rol- en luchtweerstand – al is hierbij wel met een schuin oog gekeken naar de specificaties van andere subdomeinen in de syllabus. Dit is een pragmatische en realistische werkwijze als het gaat om CE-onderwerpen. Deze beide laatste concepten (of vakbegrippen) kunnen worden beschouwd als komend uit een ander deelgebied van het vakgebied natuurkunde (ofwel subdomein in de syllabus): 'kracht en beweging'. Niet binnen de gekozen context passende fysische inhoud – vanwege de keuze voor een inperking tot rijden met constante snelheid op een horizontale weg – betreft de begrippen kinetische energie en zwaarte-energie (inclusief formules), één van de twee formules voor chemische energie, de wet van arbeid en kinetische energie en de verschillende soorten verticale bewegingen. Het begrip kinetische energie en de wet van arbeid en kinetische energie zouden passen in een hoofdstuk met (bijvoorbeeld) 'remmen en botsen' of 'verkeersveiligheid' als centrale context (zie keuzeonderwerp C in het lesmateriaalvoorbeeld voor kwadrant D voor een eerste indicatie). Het begrip zwaarte-energie en de tweede formule voor de chemische energie zouden passen in een hoofdstuk met (bijvoorbeeld) 'energievoorziening' als centrale context, maar het begrip zwaarte-energie zou ook binnen de gekozen centrale context aan bod kunnen komen door het toevoegen van praktijksituaties rond 'rijden op een helling'.

In paragraaf 3.1 – de inleiding – wordt de context brandstofverbruik in het verkeer geïntroduceerd door middel van onder andere een tweetal praktijk- of probleemsituaties. De verwachting is dat de leerlingen de vragen rond deze situaties nog niet volledig kunnen beantwoorden, wat voor hen een motivering zou moeten zijn om met de inhoud van het hoofdstuk aan de slag te gaan. De hoofdstukvraag met een voornamelijk contextueel karakter wijst erop dat de gerezen vragen met de inhoud van het hoofdstuk (uiteindelijk) wel te beantwoorden zouden moeten zijn. Vandaar dat de twee in paragraaf 3.1 geïntroduceerde praktijk- of probleemsituaties in paragraaf 3.5 – de afsluiting – weer terugkomen (opdracht 25, en in aansluiting daarop 26 en 27).

De opzet van de leerstofparagrafen 3.2 t/m 3.5 is steeds ruwweg hetzelfde: een korte contextachtige introductie uitlopend op een redelijk contextuele paragraafvraag, een voornamelijk fysische lees/leertekst die regelmatig zowel in de tekst als in de figuren verwijst naar de centrale context van brandstofverbruik in het verkeer (en dan ook geen andere contexten dan alleen die) en een verzameling bijpassende, voornamelijk bij de centrale context passende opgaven.

In paragraaf 3.5 – de afsluiting – staan na een vrij contextuele samenvatting en de eerder genoemde terugverwijzing naar de twee praktijk- of probleemsituaties uit de inleiding enkele wat langere contextuele eindopgaven, waarin de inhoud van de voorafgaande paragrafen in wisselende combinaties moet worden toegepast. Er is in deze afsluiting geen sprake van de introductie van nieuwe contexten, maar wel van een enkele praktijk- of probleemsituatie die wel binnen de context brandstofverbruik maar niet binnen de context verkeer valt. Er wordt in het lesmateriaalvoorbeeld driemaal verwezen naar een practicumwerkblad. Deze werkbladen zijn verder niet uitgewerkt.

Inhoud

De vrij lange inleiding (3.1) gaat in op brandstofverbruik in het verkeer en de milieueffecten daarvan, en probeert daarover in een tweetal opdrachten over rijsnelheid en elektrisch rijden bij leerlingen vragen op te roepen die aanleiding geven tot de volgende hoofdstukvraag: welke invloed hebben de geleverde arbeid, het mechanisch vermogen en het rendement van de motor op het brandstofverbruik van een voertuig, en hoe maak je dat brandstofverbruik van een motorvoertuig zo laag mogelijk?

De vervoloparagrafen (3.2 t/m 3.4) zijn gericht op het aanleren/verwerken van achtereenvolgens de volgende leerinhouden binnen de gekozen centrale context van brandstofverbruik in het verkeer (beperkt tot rijden met constante snelheid):

- arbeid en brandstofverbruik (voorwaartse kracht en arbeid, rol- en luchtweerstand – in dit geval ook kwantitatief);
- motorvermogen en snelheid (arbeid en vermogen, snelheid en vermogen);
- motorrendement (chemische energie, energiebehoud, afvalwarmte, rendement, wrijvingsarbeid).

De afsluiting (3.5) geeft een samenvatting met opdrachten voor het maken van een formuleoverzicht en een begrippenweb (als verwerking van die samenvatting) en een terugblik op de twee opdrachten uit de inleiding, gevolgd door een aantal eindopgaven rond contexten als rijsnelheid en elektrisch rijden (beide gekoppeld aan de twee opdrachten uit de inleiding), een wereldrecord zuinig rijden, fietsen op zonne-energie en brandstofverbruik van een vliegtuig. In een van de opdrachten van deze afsluiting wordt de leerlingen gevraagd om zelf de hoofdstukvraag te beantwoorden en (mede daarmee) een beargumenteerde mening weer te geven in persoonlijke/maatschappelijke keuzesituaties.

Reflectie

- Het lesmateriaalvoorbeeld voldoet redelijk aan de vier hierboven beschreven kenmerken: er is sprake van één centrale context met bijpassende, samenhangende concepten vanuit verschillende deelgebieden van het vakgebied. In dit geval vraagt de gekozen centrale context echter niet om een behandeling van concepten en/of vakbegrippen uit andere vakgebieden. Hierbij moet worden opgemerkt dat zoiets in het lesmateriaalvoorbeeld in principe wel mogelijk zou zijn geweest door inpassing van verbrandingsreacties (verbrandingsmotor) en redoxreacties (accu, brandstofcel) vanuit het vakgebied scheikunde. Er is ook hier niet gekozen voor het gebruik van concepten en/of vakbegrippen uit andere vakgebieden vanwege de toch min of meer bestaande traditie van gescheiden natuurwetenschappelijke vakken, per vak vastgestelde examenprogramma's en syllabi en de afname van centrale examens per vak in de bovenbouw havo/vwo.
- Wat wel kenmerkend lijkt te zijn voor het lesmateriaalvoorbeeld in kwadrant C van het concept-contextvenster is enerzijds een inperking van de fysische inhoud en anderzijds een uitbreiding van de fysische inhoud ten opzichte van de syllabus voor het betreffende (sub)domein en andere deelgebieden van het vakgebied (zoals aangegeven in de beschrijving van de opzet van het lesmateriaal). Maar of daarvan dan in de praktijk sprake zal zijn, hangt uiteraard sterk af van de inhoud van de syllabus.

- In het lesmateriaalvoorbeeld wordt 'context' opgevat als een persoonlijke en/of maatschappelijke probleemstelling waarbij de nog te presenteren fysische inhoud tot een oplossing gaat leiden. Anders dan in het lesmateriaalvoorbeeld voor kwadrant B is hier sprake van een 'handelingsperspectief': mede met het antwoord op de hoofdstukvraag kan de leerling beslissingen nemen over zijn of haar (toekomstig) gedrag wat betreft (bijvoorbeeld) rijsnelheid en/of zijn of haar standpunt bepalen in maatschappelijke discussies over (bijvoorbeeld) maximumsnelheid en elektrisch rijden. Dit is overigens geen specifiek kenmerk van lesmateriaal in kwadrant C, maar sluit daar wel goed bij aan.
- Aan het realiseren van voldoende 'wendbaarheid' in het toepassen van de fysische inhoud in verschillende contexten wordt geen aandacht besteed. Dit zou dus, in combinatie met een eventueel noodzakelijke 'de- en recontextualisatie', nog moeten plaatsvinden in (bijvoorbeeld) een hoofdstuk 'examenvoorbereiding'. In een dergelijk hoofdstuk kan, na het op een rij zetten van de fysische inhoud van syllabusdomein C *Beweging en energie*, in de vorm van een aantal opgaven ontleend aan een variëteit aan contexten gewerkt worden aan het realiseren van voldoende wendbaarheid, voor zover vereist op het centraal examen.

Kwadrant D / Context op afstand

Energie en arbeid | Brandstofverbruik en veiligheid in het verkeer

Kenmerken

Een context staat op afstand, de inrichting van het materiaal wordt bepaald door de conceptuele vakstructuur, maar de gekozen concepten hangen samen via de context en komen vaak uit verschillende delen van het vakgebied of uit verschillende vakgebieden:

- De conceptuele vakstructuur is herkenbaar in de inrichting van het materiaal.
- Er is sprake van één grotere context, maar er kunnen andere contexten zijn, naast deze context op afstand. De meeste concepten volgen uit de keuze van de context op afstand.
- De concepten komen uit verschillende delen van een vakgebied of uit meerdere vakgebieden en hangen via de context-op-afstand met elkaar samen.
- Sommige concepten vallen buiten de context-op-afstand, maar zijn via de conceptuele vakstructuur met elkaar verbonden.

Opzet

Het lesmateriaalvoorbeeld past in een project 'Verkeer', dat gedurende meerdere weken binnen verschillende vakken wordt aangeboden. Bij het vak natuurkunde gaat het dan over Energie en arbeid: brandstofverbruik en veiligheid in het verkeer. Bij andere vakken zou lesmateriaal gebruikt kunnen worden dat hier niet verder toegelicht wordt.

De context-op-afstand van het lesmateriaalvoorbeeld is 'brandstofverbruik in het verkeer' en 'verkeersveiligheid', en dat heeft consequenties voor de fysische inhoud: extra ten opzichte van de inhoud van de syllabus zoals weergegeven in figuur 2 zijn de formules voor de rol- en luchtweerstand. Deze beide laatste concepten (of vakbegrippen) kunnen worden gezien als komend uit een ander deelgebied van het vakgebied natuurkunde. Evenals in het lesmateriaalvoorbeeld voor kwadrant C is er echter geen sprake van concepten uit meerdere vakgebieden, al had dat in principe ook hier wel gekund.

Als het lesmateriaal gebruikt wordt bij natuurkunde in een project 'Verkeer', komen er wel concepten uit meerdere vakgebieden aan bod, maar dan bij andere vakken tijdens de projectweken.

Het lesmateriaalvoorbeeld volgt op hoofdlijnen de conceptuele vakstructuur, vergelijkbaar met het lesmateriaalvoorbeeld voor kwadrant A, maar nu zoveel mogelijk 'contextloos'. Daarbij wordt de eindterm volledig uitgewerkt: alle in de syllabus genoemde specificaties komen aan bod.

In paragraaf 4.1 – de inleiding – worden de contexten brandstofverbruik in het verkeer en verkeersveiligheid kort geïntroduceerd. De daaruit volgende hoofdstukvraag heeft een voornamelijk fysisch karakter.

De opzet van de leerstofparagrafen 4.2 t/m 4.6 is steeds ruwweg hetzelfde: een korte fysische introductie uitlopend op een fysische paragraafvraag, een fysische lees/leertekst met daaraan aangepaste fysische illustraties en een verzameling opgaven met voornamelijk fysische vraagstellingen.

In paragraaf 4.7 – de keuzeonderwerpen – worden de in de inleiding genoemde contexten uitgewerkt in de vorm van een korte contextuele introductie uitlopend op een contextuele paragraafvraag, een fysische ‘vertaling’ van de eerder behandelde fysische inhoud naar de betreffende context en een verzameling opgaven met voornamelijk contextuele vraagstellingen.

In paragraaf 4.8 – de afsluiting – staat een fysische samenvatting, gevolgd door een beperkt aantal eindopgaven (naast de eindopgaven die al in de keuzeonderwerpen staan).

Er wordt in het lesmateriaalvoorbeeld driemaal verwezen naar een practicumwerkblad. Deze werkbladen zijn verder niet uitgewerkt.

Inhoud

De korte inleiding (4.1) met een indicatie van de contexten brandstofverbruik in het verkeer en verkeersveiligheid loopt uit op de volgende hoofdstukvraag: welke rol spelen energie en arbeid bij bewegingen met een constante en met een veranderende snelheid?

De vervoloparagrafen (4.2 t/m 4.6) zijn gericht op het aanleren/verwerken van achtereenvolgens de volgende leerinhouden, zonder verwijzingen naar de in de inleiding genoemde contexten (maar wel met hier en daar – vooral in de opgaven – wat (kleine) uiteenlopende illustrerende contexten):

- energiesoorten (kinetische energie, zwaarte-energie, chemische energie);
- arbeid (kracht en arbeid, arbeid en kinetische energie, omzetting van zwaarte-energie in kinetische energie);
- arbeid en warmte (wrijvingsarbeid, rol- en luchtweerstand – in dit geval ook kwantitatief);
- rendement (energiebehoud, afvalwarmte, rendement);
- mechanisch vermogen (arbeid en vermogen, snelheid en vermogen).

In de keuzeonderwerpen (4.7) wordt deze fysische leerinhoud toegepast in de contexten brandstofverbruik in het verkeer, benzineauto of elektrische auto en veilig botsen. Bij elk van deze keuzeonderwerpen is sprake van een startopdracht in de vorm van een meerkeuzevraag die naar verwachting tot uiteenlopende antwoorden van leerlingen zal leiden, wat voor hen aanleiding zou kunnen zijn om zich in het keuzeonderwerp te gaan verdiepen en daarover aan hun medeleerlingen te rapporteren. De keuzeonderwerpen zijn natuurlijk ook klassikaal te doen. Bij de laatste opdracht van elk keuzeonderwerp wordt de leerlingen gevraagd om zelf de paragraafvraag te beantwoorden en (mede daarmee) een beargumenteerde mening weer te geven in persoonlijke/maatschappelijke keuzesituaties.

De afsluiting (4.8) geeft een samenvatting met opdrachten voor het maken van een formuleoverzicht en een begrippenweb (als verwerking van die samenvatting), gevolgd door een aantal eindopgaven rond de contexten die in de voorafgaande keuzeonderwerpen aan de orde zijn geweest.

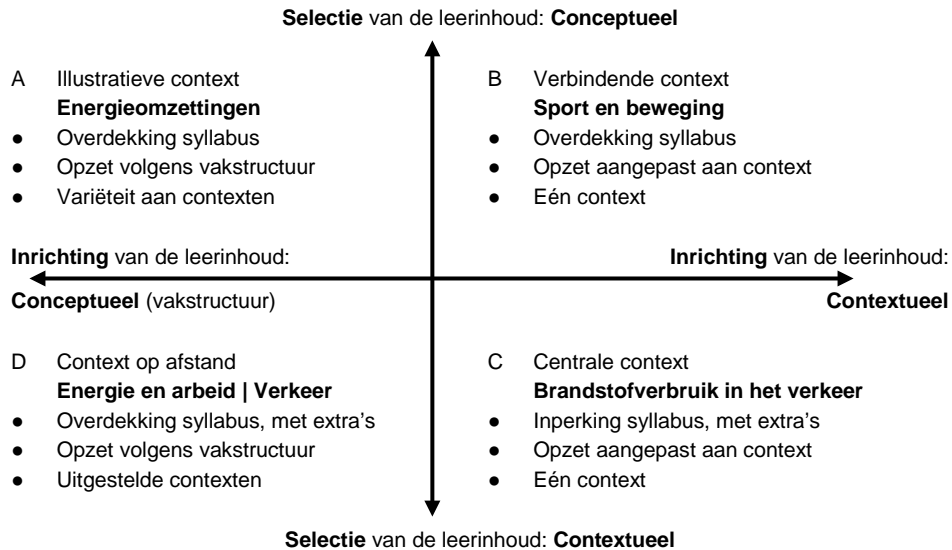
Reflectie

Het lesmateriaalvoorbeeld voldoet redelijk aan de vijf hierboven beschreven kenmerken: de conceptuele vakstructuur staat centraal en is herkenbaar in de inrichting van het materiaal, terwijl de samenhangende concepten vanuit verschillende deelgebieden van het vakgebied passen bij de 'uitgestelde' context-op-afstand. Net als bij het lesmateriaalvoorbeeld voor kwadrant C kan ook hier niet worden gezegd dat de concepten vanuit meerdere vakgebieden komen. Dit zou wel kunnen als dit lesmateriaal bij natuurkunde gebruikt wordt in een project 'Verkeer'. Dan komen er wel concepten uit meerdere vakgebieden aan bod, maar dan bij andere vakken tijdens de projectweken.

- Er is ook hier niet gekozen voor het gebruik van concepten en/of vakbegrippen uit andere vakgebieden vanwege de toch min of meer bestaande traditie van gescheiden natuurwetenschappelijke vakken, per vak vastgestelde examenprogramma's en syllabi en de afname van centrale examens per vak in de bovenbouw havo/vwo. Wat wél kenmerkend lijkt te zijn voor het lesmateriaalvoorbeeld in kwadrant D van het concept-contextvenster is het 'uitstellen' van de context, na de korte introductie daarvan in de inleiding: de gebruiker van het lesmateriaal moet er maar op vertrouwen dat de fysische inhoud in een later stadium – en dat is in dit geval pas bij de keuzeonderwerpen – bruikbaar zal zijn bij het oplossen van contextuele vraagstellingen. Het was zonder meer mogelijk geweest om dit 'uitstellen' van de context in het lesmateriaalvoorbeeld op een meer extreme manier uit te werken door de inleiding op de hoofdstukvraag een exclusief fysisch karakter te geven en dus de verwijzingen naar de contexten brandstofverbruik in het verkeer en verkeersveiligheid daar te schrappen, en door ook de opgaven (nog verder) te 'decontextualiseren'.
Bij dit 'uitstellen' van de context gaat het overigens om een specifieke interpretatie van het begrip 'context-op-afstand', waarbij de gekozen opzet van het lesmateriaalvoorbeeld niet rechtstreeks volgt uit de bovengenoemde kenmerken van dit kwadrant in het concept-contextvenster. Het lesmateriaalvoorbeeld wijkt zelfs duidelijk af van de voorbeelden die in de eerder genoemde publicatie over het concept-contextvenster worden gegeven, waar de 'context-op-afstand' veel langer lijkt te worden uitgesteld en/of zelfs in het vervolgonderwijs moet worden gezocht. Dit is een gevolg van het gekozen uitgangspunt dat het lesmateriaalvoorbeeld een hoofdstuk zou moeten kunnen zijn in een reguliere natuurkundemethode.
- In het lesmateriaalvoorbeeld wordt 'context' opgevat als een persoonlijke en/of maatschappelijke probleemstelling waarbij de gepresenteerde fysische inhoud tot een oplossing gaat leiden. Net als in het lesmateriaalvoorbeeld voor kwadrant C is hier sprake van een 'handelingsperspectief' voor de leerling, dat in elk van de keuzeonderwerpen op een vergelijkbare manier is uitgewerkt – een uitwerking die overigens ook in de afsluiting had kunnen worden geplaatst.
- Aan het realiseren van voldoende 'wendbaarheid' in het toepassen van de fysische inhoud in verschillende contexten wordt in eerste instantie geen aandacht besteed, en gebeurt pas in de keuzeonderwerpen – zij het nog binnen een beperkt aantal contexten. Omdat de fysische inhoud 'contextloos' wordt gepresenteerd, is een eventueel noodzakelijke 'de- en recontextualisatie' niet nodig. Bij de keuzeonderwerpen moet daardoor wél een 'contextualisatie' van de eerdere fysische inhoud plaatsvinden. In een hoofdstuk 'examenvoorbereiding' kan in de vorm van een aantal opgaven ontleend aan een variëteit aan contexten gewerkt worden aan het (verder) realiseren van voldoende wendbaarheid, voor zover vereist op het centraal examen.

Lesmateriaal in het concept-contextvenster

Een overzicht van de vier lesmateriaalvoorbeelden staat in het concept-contextvenster hieronder, met enkele kenmerkende eigenschappen. Bij het gekozen uitgangspunt dat het zou moeten gaan om lesmateriaalvoorbeelden rond een bepaald deelgebied (of subdomein uit de syllabus) van de natuurkunde (zie de inleiding), gaat het bij de in het overzicht genoemde 'overdekking of inperking van de syllabus' om het gekozen deelgebied en bij de 'extra's' om (aanvullingen op) leerstof uit andere deelgebieden van de natuurkunde, en niet uit andere vakgebieden.



Context en onderwijsdoelen

De lesmateriaalvoorbeelden voor de kwadranten A en B zijn – conform de formuleringen in de syllabus – gericht op het verwerven en toepassen van natuurkundige vakinhoud in wisselende contexten als onderwijsdoel, al worden die 'wisselende contexten' in het geval van de lesmateriaalvoorbeelden voor kwadrant B, C en D in meer of mindere mate nog even uitgesteld. Eenzelfde onderwijsdoel geldt ook voor het lesmateriaal in de kwadranten C en D, maar daarin is nog iets extra's te herkennen: het biedt leerlingen – nu of in de nabije toekomst – iets als een handelingsperspectief, een mogelijkheid om op grond van de verworven vakinhoud doordachte beslissingen te nemen over hun gedrag in het dagelijks leven (in dit geval in het verkeer). Dit laatste zou gezien kunnen worden als onderwijsdoel op het gebied van *scientific literacy*, en zou een extra reden voor het werken met contexten kunnen zijn.

Het lijkt overigens niet onmogelijk om een dergelijk onderwijsdoel ook vorm te geven binnen de kwadranten A en B, maar dat is dan wel afhankelijk van de inhoud van de syllabus en de gekozen context(en).

SLO heeft als nationaal expertisecentrum leerplanontwikkeling een publieke taakstelling in de driehoek beleid, praktijk en wetenschap. SLO heeft een onafhankelijke, niet-commerciële positie als landelijke kennisinstelling en is dienstbaar aan vele partijen in beleid en praktijk.

Het werk van SLO kenmerkt zich door een wisselwerking tussen diverse niveaus van leerplanontwikkeling (stelsel, school, klas, leerling). SLO streeft naar (zowel longitudinale als horizontale) inhoudelijke samenhang in het onderwijs en richt zich daarbij op de sectoren primair onderwijs, speciaal onderwijs en voortgezet onderwijs. De activiteiten van SLO bestrijken in principe alle vakgebieden.

Piet Heinstraat 12
7511 JE Enschede

Postbus 2041
7500 CA Enschede

T 053 484 08 40
E info@slo.nl
www.slo.nl

 [company/slo](https://www.linkedin.com/company/slo)

 [SLO_nl](https://twitter.com/SLO_nl)

slo