

*Welke suggesties kunnen op grond van dit ontwikkelingsonderzoek voor het biologieonderwijs en biologiedidactisch vervolgonderzoek worden gedaan?*

Eerst wordt de definitieve OLS gepresenteerd en voorzien van een toelichting (§ 8.2). Voor de onderdelen van deze OLS, de onderwijsleeractiviteiten (OLA's), is aangegeven welke beproefd zijn in het ontwikkelingsonderzoek en welke nog niet. Vervolgens wordt het belang van een algemenere OLS voor het recontextualiseren van biologische concepten aannemelijk gemaakt en worden door middel van analogieredeneringen mogelijke kenmerken van concepten die in aanmerking komen voor een dergelijke strategie geëxploreerd (§8.3). Vervolgens wordt samengevat volgens welke stappen de OLS voor biodiversiteit is ontwikkeld. Het gaat hierbij niet om de methode van ontwikkelingsonderzoek of andere toegepaste onderzoeksmethoden, maar om elementen van de ontwikkelstrategie die specifiek zijn voor het ontwikkelen van een OLS voor het recontextualiseren van een biologisch concept zoals 'biodiversiteit' (§ 8.4). Met behulp van de ontwikkelstrategie wordt daarna de relevantie van de OLS voor andere biologische concepten besproken (§ 8.5). Tot slot worden de implicaties hiervan voor het biologieonderwijs en voor het biologiedidactisch onderzoek verkend (§8.6).

## **8.2 Een uitvoerbare en effectieve OLS**

Aan de hand van de conclusies van de evaluatie van de OLS wordt een voorstel gedaan voor een uitvoerbare en effectieve OLS voor het leren recontextualiseren van het concept biodiversiteit, in antwoord op de in hoofdstuk 1 geformuleerde hoofdvraag van het onderzoek.

De onderzoeksvraag luidt als volgt:

*OV Welke kenmerken heeft een uitvoerbare en effectieve onderwijsleerstrategie voor het flexibel hanteren van het concept biodiversiteit in nieuwe contexten in de bovenbouw biologie havo en vwo?*

In Tabel 8.1 is de OLS weergegeven. De weergave van de verschillende onderdelen wordt eerst toegelicht.

De linker kolom geeft de concept-contextstructuur en probleemstructuur weer. Deze kolom laat zien in welke onderwijsleercontext (cxt) de OLA's worden uitgevoerd en welke concept (cpt) centraal staat. De probleemstructuur is in deze kolom weergegeven in de vorm van de meest relevante vragen (vrg) en antwoorden (antw).

In de middelste kolom zijn de OLA's weergegeven. Werkvormen zijn cursief gedrukt, om de afwisseling van individueel werk, groepswork en klassikaal werk te laten zien. Op basis van de geëvalueerde lessenreeksen zijn de OLA's ingedeeld per les. Het practicum en het bronnenonderzoek, en eventueel ook de presentaties beslaan meerdere lessen. De OLS leest daardoor als een lessenreeks.

De rechter kolom 'status in het onderzoek' is een toevoeging ten opzichte van de eerder gepresenteerde OLS-versies. In deze kolom is de 'status' aangegeven, waarmee wordt bedoeld de mate waarin de betreffende onderdelen van de strategie zijn beproefd in de casestudies. De praktisch-theoretisch gefundeerde onderdelen hebben de hoogste status en zijn aangegeven met 'beproefd'. Aangegeven met 'beproefd en aangepast, aangevuld, of vereenvoudigd' zijn onderdelen die voldoende effectief, maar verbetering vatbaar zijn gebleken. Een onderdeel dat met 'toegevoegd' is gemarkeerd zou gezien de ontwerpcriteria en eventueel andere beproefde activiteiten effectief kunnen zijn en een verbetering van de OLS. De aanpassingen en toevoegingen zijn voorstellen op basis van de in de casestudies verworven inzichten. De aanduiding 'behouden' wijst op een onderdeel dat in het ontwerp van een of meer van de voorgaande OLS-versies was opgenomen en volgens de ontwerpcriteria effectief zou moeten zijn, maar waarvan de effectiviteit nog niet voldoende is beproefd in de casestudies. Op sommige plaatsen in de statuskolom zijn aanpassingen of toevoegingen toegelicht in cursief. Na de presentatie van de OLS in Tabel 8.1 wordt § 8.2 besloten met toelichting op het ontwerp.

In Tabel 8.1 zijn voornamelijk beproefde en uiteindelijk uitvoerbaar en effectief bevonden OLA's verwerkt. Echter, de resultaten waren zowel in de tweede als in de derde casestudie voor verbetering vatbaar. OLS 2 en 3 waren vooral voor sterke leerlingen effectief en sommige leerdoelen werden minder goed gerealiseerd dan andere. De voorgestelde OLS bestaat daarom voor een deel uit aanpassingen en aanvullingen die in de praktijk nader beproefd dient te worden op uitvoerbaarheid en effectiviteit. In Tabel 8.1 worden de aanpassingen en aanvullingen aangegeven. De aanvullingen en aanpassingen worden hier besproken.

De startles met eventueel een gastdocent (OLA 1) is in de eerste casestudie uitgevoerd. Een gastdocent kan de start van een nieuw onderwerp goed markeren en de aandacht vestigen op het concept biodiversiteit. De docent kan dit ook zelf doen met behulp van diverse media en werkvormen. In de eerste casestudie werkte de gastles motiverend en de les zorgde bij de leerlingen voor inleving in de onderwijsleercontext van het meten van verscheidenheid in het Waddengebied. Er was echter te weinig aandacht voor het concept biodiversiteit. Ter aanvulling wordt het advies gegeven om het concept biodiversiteit te hanteren zoals het concept in de gepresenteerde praktijk wordt gehanteerd, zonder het concept uitvoerig uit te leggen. Het moet duidelijk zijn dat de volgende lessen over het concept biodiversiteit gaan, zonder dat het concept gedefinieerd wordt.

**Tabel 8.1 OLS voor het leren recontextualiseren van het concept biodiversiteit** – Linker kolom: concept-contextstructuur (cxt/cpt) en probleemstructuur (vrg = vraag, antw = antwoord); middelste kolom: onderwijsleeractiviteiten (OLA's) en leerdoelen (Ld); rechter kolom: status = in welke mate het onderdeel beproefd is in de casestudies of nog beproefd moet worden.

Concept-contextstructuur Probleemstructuur	Onderwijsleeractiviteiten Leerdoelen	Status in het onderzoek
<p><b>Cxt</b> Natuurbeheer en gebruik van de ruimte in het Waddengebied.  <b>Cpt</b> Natuur.  <b>Vrg</b> Wat houdt natuurbeheer in het Waddengebied in? Vragen van leerlingen.  <b>Antw</b> Beslissingen zijn gebaseerd op feiten en meningen over de natuur, belangen, normen en waarden.</p>	<p><b>1. Startles: Natuur en activiteit in het Waddengebied</b>                      Leerlingen worden geïntroduceerd in de context 'natuurbeheer in het Waddengebied'. Het Waddengebied is een internationaal belangrijk natuurgebied. In dit gebied vinden menselijke activiteiten plaats, zoals wonen, recreëren, gaswinning, elektriciteitsproductie door windmolens, transport, visserij. Hoe gaan de activiteiten samen met natuurbehoud en beheer? Er wordt gewerkt met bijvoorbeeld een gastles, verhaal, video, of een combinatie daarvan, en werkbladen met opdrachten en schrijfruimte voor eigen vragen en antwoorden. Er zijn <i>diverse werkvormen</i> mogelijk.  <b>Ld bij 1.</b> Leerlingen zijn gemotiveerd voor het onderwerp, blijktend uit: leerlingen vragen geïnteresseerd door over natuurbeheer in het Waddengebied, stellen zinvolle vragen en maken notities. Leerlingen kunnen hun mening beargumenteren over de natuur en verschillende belanghebbenden en belangen bij natuurbeheer in het Waddengebied benoemen.</p>	<p>Beproefd en aangevuld</p> <p>Beproefd</p>
<p><b>Cxt</b> Publieke opinie, mening vormen over natuur.  <b>Cpt</b> Concept 'natuur' in de media: publieke opinie, politiek en wetenschap.  <b>Vrg</b> Wat is natuur? Wat maakt natuur waardevol?  <b>Antw</b> Beargumenteerde antwoorden van leerlingen.  <b>Vrg</b> Hoe kan worden bepaald wat onder 'natuur' moet worden verstaan?  <b>Antw</b> Door meningen te bespreken en gezamenlijk een omschrijving te geven.</p>	<p><b>2. Natuurbeelden- en natuurwaardenonderzoek</b>                      Leerlingen krijgen <i>klassikaal</i> foto's te zien waarop natuur en de menselijke invloed daarop in verschillende maten te zien zijn. Per foto geven zij <i>individueel</i> op hun werkblad aan of ze het echte natuur vinden, geen natuur, of iets daartussenin.  <b>3. Antwoorden vergelijken</b> Leerlingen vergelijken hun antwoorden in <i>groepen</i> van vier.  <b>4. Reflectie</b> De docent begeleidt een klassikaal onderwijsleergesprek over de groepsresultaten.  <b>Ld bij 2-4.</b> Leerlingen kunnen hun eigen mening over 'natuur' beargumenteren en overeenkomsten en verschillen benoemen. Leerlingen kunnen uitleggen dat het concept 'natuur' verschillende betekenissen heeft en hoe een groep tot overeenstemming kan komen.</p>	<p>Beproefd</p> <p>Beproefd</p> <p>Beproefd <i>vangnet</i></p> <p>Beproefd en aangevuld</p>

Tabel 8.1: Vervolg

<p><b>Cxt</b> Media, publieke opinie, mening vormen over biodiversiteit.</p> <p><b>Cpt</b> Natuur, natuurlijke hulpbron, index, biodiversiteit.</p> <p><b>Vrg</b> Hoe worden beslissingen genomen over het Waddengebied?</p> <p><b>Antw</b> Naast natuurbeelden en natuurwaarden, ook feiten belangrijk: meten.</p> <p><b>Vrg</b> Wat wordt gemeten?</p> <p><b>Antw</b> Biodiversiteit als index.</p>	<p><b>5. Inleiding op huiswerk over 'biodiversiteit'</b></p> <p>De docent stelt <i>klassikaal</i> de vraag: "Hoe kunnen beslissingen over natuur genomen worden, als er zoveel meningen zijn over wat natuur is en wat het waardevol maakt?" Deze vraag is zinvol voor de leerlingen geworden door de startles: het is belangrijk om beslissingen te kunnen nemen over natuur, maar ook moeilijk: verschillende opvattingen en belangen, verschillend taalgebruik. Natuur heeft waarde: esthetische waarde, nutswaarde, intrinsieke waarde. Beslissingen worden ook op feiten gebaseerd. Hoe? Biologen hanteren het concept biodiversiteit als 'index'. Het concept biodiversiteit wordt in de media echter ook in de betekenis van 'natuur' en 'natuurlijke hulpbron' gehanteerd. Huiswerk: a) het concept biodiversiteit herkennen in een aantal tekstfragmenten uit de media; b) de betekenis van het concept biodiversiteit duiden als 'natuur', 'bron' of 'index'.</p> <p><b>Ld bij 5.</b> Leerlingen kunnen verbaliseren hoe zij de huiswerkopdracht moeten maken en wat het doel is.</p>	<p>Toegevoegd <i>vangnet</i></p>
<p><b>Vrg</b> Wat is biodiversiteit?</p> <p><b>Antw</b> Het concept 'biodiversiteit' wordt in de media in meerdere betekenissen gehanteerd: 'natuur', 'bron' en 'index'. Biologen hanteren het concept biodiversiteit als 'index' om feitelijke informatie te geven over een natuurgebied als het Waddengebied.</p>	<p><b>6. Huiswerk: tekstfragmenten uit de media</b></p> <p>Op een werkblad staan zes uitspraken over biodiversiteit. Aan de hand van de toelichting met voorbeelden bepalen de leerlingen <i>individueel</i> voor elke uitspraak of biodiversiteit daarin voorkomt als 'index', 'bron' of 'natuur'. Antwoorden worden genoteerd en beargumenteerd op het werkblad.</p>	<p>Beproefd</p>
<p><b>Vrg</b> Hoe kunnen de betekenissen 'natuur', 'bron' en 'index' waarin het concept biodiversiteit wordt gehanteerd, worden onderscheiden?</p> <p><b>Antw</b> Door de manier waarop het concept wordt gehanteerd in een tekst.</p>	<p><b>7. Huiswerk bespreken</b> De docent begeleidt een <i>klassikaal</i> onderwijsleergesprek met de klas. De concepten 'natuur' en 'biodiversiteit' zijn dus meerduidig. De docent gebruikt de bespreking om toe te lichten dat het gezamenlijk bepalen van een omschrijving van het concept biodiversiteit als 'index' het doel is van de komende lessen. Uit de teksten blijkt dat 'verscheidenheid' een belangrijke betekeniscomponent is van het concept biodiversiteit als 'index'.</p>	<p>Beproefd</p>
<p><b>Hoofdvraag</b> Hoe wordt het concept biodiversiteit in de betekenis van 'index' om schreven?</p>	<p><b>Ld bij 6-7.</b> Leerlingen kunnen de betekenissen 'natuur', 'bron' en 'index' van het concept biodiversiteit onderscheiden in tekstfragmenten op het niveau van een kwaliteitskrant. Leerlingen kunnen het doel van de lessenreeks formuleren: gezamenlijk tot overeenstemming komen over een bruikbare omschrijving van het concept biodiversiteit als 'index' voor feitelijke informatie over natuurgebieden zoals het Waddengebied.</p>	<p>Beproefd en aangepast</p>

Tabel 8.1: Vervolg

<p><b>Cxt</b> Ecologie, bestuderen van vormvariatie in verschillende leefomgevingen.</p> <p><b>Cpt</b> <i>Biodiversiteit</i> in een eenvoudige betekenis, twee componenten: soortenrijkdom (S) in een gebied (R); overeenkomsten en verschillen in kenmerken in een bepaalde leefomgeving.</p>	<p><b>8. Inleiding snijpracticum</b> De docent activeert de voorkennis van de vorige lessen en de vraagstelling over het concept biodiversiteit als ‘index’ en het verband met ‘verscheidenheid’ in een eenvoudige ecologische betekenis: <i>soortenrijkdom in verschillende leefomgevingen</i>. De docent geeft instructie voor het practicum dat in duo’s wordt uitgevoerd. De docent benadrukt dat het gaat om een kennismaking met de ‘eenheid en verscheidenheid’ in verschillende gebieden. Daarom is er veel variatie in de preparaten: complete dieren, planten en schimmels uit verschillende leefomgevingen, <i>waaronder ook nauw verwante soorten</i>. De taxonomie van de preparaten wordt ter kennisneming gegeven. Hierbij wordt afhankelijk van het niveau van de klas aangesloten bij de onderdelen <i>Ordering, Ecologie en Evolutie</i> van het curriculum. Kijken bij andere duo’s belangrijk. Werkbladen en opdrachten zijn daaraan aangepast. Het practicum kan een of twee lessen beslaan.</p>	<p>Aangepast</p> <p>Beproefd</p> <p>Toegevoegd</p>
<p><b>Vrg</b> Wat wordt bedoeld met verscheidenheid in een gebied? Hoe ziet verscheidenheid eruit?</p>	<p><b>Ld bij 8</b> Leerlingen kunnen uitleggen dat de levende natuur een grote vormvariatie kent en dit verschijnsel, afhankelijk van hun niveau, in verband brengen met concepten uit diverse onderdelen van de biologiemethode, zoals ordening (afdeling, klasse, e.d.), habitat, ecosysteem, selectie, soort, soortvorming, verwantschap. Leerlingen kunnen zonder verdere instructie aan het practicum beginnen.</p>	<p>Aangepast</p>
<p><b>Antw</b> Voorbeelden van ‘eenheid en verscheidenheid’</p>	<p><b>9. Practicum</b> Leerlingen krijgen werkbladen met instructies en opdrachten bij het snijpracticum. De docent begeleidt het practicum. Het verdient aanbeveling om het practicum samen met een technisch onderwijsassistent te begeleiden. Het practicum kan in een les, maar twee of drie lessen heeft de voorkeur.</p> <p><b>Ld bij 9.</b> Leerlingen kunnen voorbeelden geven van ‘eenheid en verscheidenheid’ in de natuur.</p>	<p>Beproefd en vereenvoudigd</p> <p>Beproefd en vereenvoudigd</p>
	<p><b>10. Bespreking van het practicum in inleiding op Vogeldiversiteit</b> In de bespreking van het practicum wordt het doel van het practicum herhaald: kennismaken met soortenrijkdom in verschillende leefgebieden. De ervaringen van de leerlingen worden uitgewisseld en relevante concepten krijgen aandacht, met name de concept soort en verscheidenheid. De docent maakt een overgang naar het meten van soortenrijkdom in een bepaald gebied, als brug naar de volgende activiteit. Hij laat de leerlingen nadenken over het meten van soortenrijkdom door vragen te stellen.</p> <p><b>Ld bij 10.</b> De leerlingen kunnen uitleggen wat soortenrijkdom betekent.</p>	<p>Aangepast</p> <p>Beproefd</p>

Tabel 8.1: Vervolg

<p>Cxt Natuurbeheer: monitoren van de broedvogelstand. Cpt Biodiversiteit als 'index' beperkt tot 'vogeldiversiteit': verscheidenheid bestaat uit aantal broedvogelsoorten en <i>abundantie</i>, d.w.z. het aantal individuen, bijvoorbeeld nesten of broedparen per soort.</p>	<p><b>11. Vogeldiversiteit 1</b> Docent maakt een groepsindeling volgens de <i>jigsawmethode</i> en ligt de indeling en de wisseling na opdracht 1 toe. De 1a groepen krijgen vragen over bronnen waarin aantal soorten en aantal individuen per soort (<i>abundantie</i>) <i>verschillende gebieden op een bepaald tijdstip</i> centraal staan. De 1b groepen krijgen vragen over bronnen waarin aantal soorten en aantal individuen per soort (<i>abundantie</i>) <i>in een gebied op verschillende tijdstippen</i> (per jaar) centraal staan. Docent helpt groepen die vastlopen verder door vragen te stellen.</p>	<p>Meer nadruk: 'abundantie'</p>
<p>Vrg Welke informatie heb je nodig om de broedvogelstand in het Waddengebied te meten? Wat wordt gemeten, hoe wordt het gemeten, waar en wanneer? <b>Antw</b> Het aantal soorten én het aantal individuen per soort in het Waddengebied op een gegeven tijdstip.</p>	<p><b>12. Vogeldiversiteit 2</b> Van elke 1a groep wisselt een duo met een duo uit een 1b groep. De nieuwe 2 groepen wordt gevraagd de informatie van beide tweetallen bij elkaar te leggen en te noteren wat de verschillen en overeenkomsten zijn. De leerlingen wordt gevraagd op het werkblad te noteren welke informatie nodig is om de broedvogelstand in het Waddengebied te meten. De leerlingen wordt gevraagd die opsomming te gebruiken om een definitie van het concept biodiversiteit als 'index' te formuleren en te noteren op het werkblad.</p>	<p>Beproefd</p>
<p>Biologen spreken van de biodiversiteit van een bepaald gebied en meten veranderingen gedurende een bepaalde periode door op verschillende tijdstippen te meten.</p>	<p><b>13. Reflecteren en definitie formuleren</b> De docent evalueert <i>klassikaal</i> de resultaten van het groepswerk en schrijft de bevindingen op het bord. Vervolgens wordt gezamenlijk een definitie van het concept biodiversiteit als 'index' op het bord genoteerd. Ter controle vergelijkt de docent de geformuleerde definitie samen met de leerlingen met de werkdefinitie uit de handleiding. <b>Ld bij 11-13.</b> Leerlingen kunnen door het herontdekken van de componenten en het gezamenlijk formuleren van een werkdefinitie de vier verschillende componenten van de werkdefinitie herkennen in een bron.</p>	<p>Beproefd</p>
<p>Cxt Publieke opinie over het Waddengebied. Natuurbeheer, het beheren van het Waddengebied. Commerciële en toeristische activiteiten in het Waddengebied. <i>Adviseren over de gevolgen van activiteiten voor de biodiversiteit.</i></p>	<p><b>Van wadlopen tot gaswinning (14-18)</b> De docent geeft een inleiding op het bronnenonderzoek, waarvoor <i>diverse werkvormen</i> mogelijk zijn. Tijdsinvestering: twee of drie lessen en huiswerk. Er kan in duo's worden gewerkt. De <i>jigsawmethode</i> of het expertsysteem kan ook hier worden toegepast. Er kan bijvoorbeeld gewerkt worden met adviesbureaus. Een <i>webquest</i> zou geschikt kunnen zijn, omdat een deel van de bronnen dan gekozen en klaargezet kan worden door de docent.</p>	<p>Beproefd en aangepast</p>
<p>Cpt Biodiversiteit, soortenrijkdom, <i>abundantie</i>, natuurgebied, recreatiegebied, toe- en afname van biodiversiteit in een bepaalde periode.</p>	<p>De <i>opdracht</i> is een advies uit te brengen over de wenselijke intensiteit van relevante activiteit in een <i>deelgebied</i> het Waddengebied, gezien de invloed van die activiteit op de biodiversiteit van het Waddengebied. Met hulp van de docent kunnen leerlingen hun vraagstelling inperken, bijvoorbeeld: Wat is de invloed van windmolens op de vogelstand?</p>	<p><i>Toegevoegd: gestructureerde werkvormen en opdrachten</i></p>
		<p>Aangepast: groepen ingedeeld naar <i>deelgebieden</i></p>

Tabel 8.1: Vervolg

<p><b>Vrg</b> Wat is de invloed van verschillende menselijke activiteiten op de biodiversiteit van het Waddengebied?</p> <p><b>Antw</b> De componenten van het concept biodiversiteit worden gerecontextualiseerd om informatie te beoordelen en informatie te verwerken in een schriftelijk advies.</p>	<p>Hoe reageert de haringstand op de haringvisserij? Voor elk deelgebied zijn andere menselijke activiteiten, taxa en tijdschalen relevant. De casestudies hebben aangetoond dat van te voren indelen naar activiteit afleidt van het onderwerp biodiversiteit, en naar taxon geen geschikte context oplevert. Binnen het deelgebied hebben leerlingen veel keuzeruimte, wat motiverend kan werken, maar waarbij ook begeleiding van de docent noodzakelijk kan zijn.</p> <p>Meningen en feiten worden onderscheiden en feiten worden onderbouwd met gegevens uit bronnenonderzoek, met bronvermelding. Leerlingen recontextualiseren het concept biodiversiteit op twee niveaus: 1) leerlingen zijn bedacht op de betekenissen ‘natuur’ en ‘bron’ bij het bestuderen van bronnenmateriaal over biodiversiteit; en 2) de componenten van de werkdefinitie van het concept biodiversiteit als ‘index’ worden gerecontextualiseerd om informatie te beoordelen en te verwerken. De docent begeleid en stuurt (bij) door vragen te stellen en aanwijzingen te geven.</p>	<p>Beproefd (1)</p>
	<p><b>14. Bronnenonderzoek</b> Verschillende vormen van samenwerken mogelijk. Balans tussen schriftelijk werk en dialoog. Naast bronnen kunnen ook informanten worden geraadpleegd. Leerlingen krijgen van te voren een <i>beoordelingsinstrument</i>.</p>	<p>Beproefd en aangepast</p>
	<p><b>15. Verslag</b> Leerlingen maken per persoon een A4'tje met een advies: mening over de intensiteit van de activiteit, feiten over biodiversiteit, onderbouwing van de feiten waarbij de componenten van de werkdefinitie schriftelijk zijn gerecontextualiseerd.</p>	<p>Beproefd en aangepast</p>
	<p><b>16. Beoordeling van het verslag</b> De docent beoordeelt het verslag op het bereikte niveau van recontextualiseren aan de hand van het beoordelingsinstrument.</p>	<p>Beproefd en aangepast</p>
	<p><b>Ld bij 14-16.</b> Leerlingen kunnen door te oefenen met het recontextualiseren van de vier componenten van de werkdefinitie het concept biodiversiteit als ‘index’ toepassen in een nieuwe context. Leerlingen kunnen aangeven wat ze goed en fout doen bij het recontextualiseren.</p>	<p>Behouden en aangevuld</p>
<p><b>Vrg</b> idem.</p> <p><b>Antw</b> De componenten van het concept biodiversiteit worden gerecontextualiseerd om informatie te beoordelen en informatie te verwerken in een presentatie en een debat.</p>	<p><b>17. Conferentie: presentaties en debat</b> Leerlingen presenteren hun advies aan de klas en gaan op gestructureerde wijze met elkaar in debat over de adviezen voor de deelgebieden. Nadruk op recontextualiseren van het concept biodiversiteit als ‘index’ voor het beoordelen van informatie. Diverse werkvormen mogelijk. Informanten en gastdocent van de startles kunnen eventueel worden uitgenodigd. Doel van de conferentie is advies uitbrengen voor het gehele Waddengebied.</p>	<p>Beproefd en aangepast</p>

Tabel 8.1: Vervolg

	<p><b>18. Klassikale evaluatie en beoordeling</b>  Het recontextualiseren van het concept biodiversiteit wordt beoordeeld, met name het recontextualiseren van de vier componenten van het concept biodiversiteit als 'index'. Gewerkt kan worden met een beoordelingsinstrument, zoals een rubric, welke de leerlingen zelf invullen om elkaar te beoordelen. De docent beoordeelt ook. Aan de hand van de beoordelingen worden cijfers vastgesteld. Tevens wordt aan de hand van de beoordelingen toegelicht wat er op de toets wordt verwacht van de leerlingen.</p> <p><b>Ld bij 17-18.</b> Leerlingen kunnen het concept biodiversiteit recontextualiseren door onderscheid te maken tussen de betekenissen 'natuur', 'bron' en 'index' in diverse contexten. Leerlingen kunnen herkennen wanneer het concept biodiversiteit wordt gehanteerd in de betekenis van 'index' en de vier componenten rvan de werkdefinitie recontextualiseren bij het interpreteren en toepassen van informatie bij het beargumenteren van hun eigen mening over de wenselijke intensiteit van activiteiten in dat gebied. Leerlingen kunnen uitleggen wat zij doen bij recontextualiseren van het concept biodiversiteit.</p>	Beproefd en aangepast
<p><b>Cxt</b> Publieke opinie over het Waddengebied. Natuurbeheer, het beheren van het Waddengebied. Commerciële en toeristische activiteiten in het Waddengebied. <i>Becommentariëren van een opiniestuk over de gevolgen van activiteiten voor de biodiversiteit.</i></p> <p><b>Cpt</b> Biodiversiteit, soortenrijkdom, abundantie, natuurgebied, recreatiegebied, toe- en afname van biodiversiteit in een bepaalde periode.</p>	<p><b>19. Toets</b> Getoetst wordt hoe goed de leerlingen het concept biodiversiteit recontextualiseren bij nieuwe opdrachten binnen een bekende onderwijsleercontext waarin a) het concept biodiversiteit 'natuur', 'natuurlijke hulpbron' of 'index' kan betekenen, en b) de componenten van de werkdefinitie van het concept biodiversiteit gerecontextualiseerd moeten worden. De opdrachten zijn afgeleid van dezelfde handelingspraktijk als het bronnenonderzoek: gebruik van de ruimte in het Waddengebied. Echter, de opdracht (activiteit van de leerling) verschilt. Op de toets moet de leerling informatie en argumenten beoordelen en becommentariëren, in plaats van verwerken voor het geven van een advies. Tevens zijn de onderwerpen nieuw: deelgebied, taxa en menselijke activiteiten in het gebied zijn nieuw.</p>	Beproefd en aangepast



Tabel 8.1: Vervolg

<p><b>Cpt</b> Biodiversiteit, soortenrijkdom, abundantie, natuurgebied, recreatiegebied, toe- en afname van biodiversiteit in een bepaalde periode.</p> <p><b>Vrg</b> Hoe hanteert de auteur het concept biodiversiteit bij het beargumenteren van zijn/haar mening over het gebruik van het Waddengebied?</p> <p><b>Antw</b> Antwoorden beargumenteerd met behulp van het recontextualiseren van het concept biodiversiteit op twee niveaus.</p>	<p><b>20. Bespreken van de toets</b> De docent bespreekt klassikaal de toets met de nadruk op de algemene kenmerken van het recontextualiseren van een biologisch concept. Variant: nadat de docent de toets heeft nagekeken en beoordeeld, kijken de leerlingen de toets van een klasgenoot na. Bespreken in groepen. Klassikale reflectie. Meerdere werkvormen mogelijk.</p> <p><b>Ld bij 20-21.</b> Leerlingen kunnen met behulp van de ontwikkelde werkdefinitie het concept biodiversiteit toepassen door de componenten te recontextualiseren bij becommentariëren van een opiniestuk over (bijvoorbeeld) de exploitatie van gasvelden in het Waddengebied. Leerlingen kunnen aangeven wat er goed en fout ging bij het recontextualiseren op de toets. Leerlingen kunnen abstraheren van het concept biodiversiteit en uitleggen wat recontextualiseren is.</p>	<p>Toegevoegd</p> <p>Beproefd en aangevuld</p>
---	--	--

Als er voldoende lessen beschikbaar zijn, kan de startles worden gevolgd door een les waarin het natuurbeelden- en natuurwaardenonderzoek (OLS 2) centraal staat. Het is ook mogelijk deze activiteit in de startles op te nemen. Het natuurbeelden- en natuurwaardenonderzoek is uitgevoerd in de derde casestudie en kan vooral effectief zijn wanneer wordt aangesloten bij de onderwijsleercontext van de startles en de huiswerkopdracht (OLA 4-7). Het leerdoel voor het natuurbeelden- en natuurwaardenonderzoek is aangescherpt door meer nadruk te leggen op het leren omgaan met concepten die verschillende betekenissen hebben voor verschillende deelnemers aan een dialoog. Het concept natuur is daarvan een voorbeeld. Wanneer leren in de huiswerkopdracht ontdekken dat het concept biodiversiteit onder andere in de betekenis van ‘natuur’ wordt gehanteerd, zijn zij voorbereid op de meerduidigheid van concepten.

De inleiding op huiswerk (OLA 4) is als aanvulling opgenomen om de constatering dat een *vangnet* belangrijk is voor de effectiviteit van de OLS zo goed mogelijk vorm te geven. Met name in de tweede en derde casestudie is gebleken dat niet alle leerlingen vanzelfsprekend de probleemstructuur en de contextuele en conceptuele structuur van de lessenreeks volgen. Idealiter roepen contextwisselingen daarmee samenhangende vragen bij leerlingen op, waardoor zij geneigd zijn de betekenis van het concept biodiversiteit verder uit te breiden. Sommige leerlingen hebben voldoende houvast aan de opdrachten om steeds de stappen te zetten, andere leerlingen hebben klassikaal of individueel begeleiding van de docent nodig. Wanneer de docent door ervaring en voorbereiding met behulp van de docentenhandleiding de hoofdlijnen van de lessenreeks goed voor ogen heeft, kan hij leerlingen die dreigen af te haken bij de hoofdlijn houden. De casestudies laten zien dat hiervoor activiteiten moeten worden gepland. De docent kan in de klassikale momenten, of de momenten waarop hij het groepswork begeleidt, gebruikmaken van de sterkere leerlingen door vragen van klasgenoten naar hen terug te koppelen, zodat de leerlingen eigenaar blijven van het ontwikkelproces en het resultaat, zonder dat zwakkere leerlingen afhaken. In de derde casestudie was de overgang van de inleidende activiteiten naar de huiswerkopdracht met de tekstfragmenten (OLA 3.4) te onduidelijk voor de leerlingen.

De leerdoelen bij de huiswerkopdracht over de tekstfragmenten is nauwkeuriger geformuleerd en aangevuld met het doel van de lessenreeks. Deze aanpassing sluit aan op de toegevoegde activiteit 'inleiding op het huiswerk': meer activiteiten als *vangnet* om alle leerlingen bij de hoofdlijn van de lessenreeks te houden.

Het snijpracticum (OLA 8-10) is toegevoegd in de tweede casestudie en behouden in de derde casestudie. Verwacht werd dat het snijpracticum een taxonomische activiteit zou kunnen bieden waarin de leerlingen een eerste stap in de ontwikkeling van de werkdefinitie zouden kunnen maken door de component 'verscheidenheid' te ontwikkelen. Gebleken is dat het snijpracticum niet geschikt is om dat doel te realiseren. Een mogelijke verklaring daarvoor is dat het concept biodiversiteit niet in de praktijk van taxonomen wordt gehanteerd. Taxonomie als onderwijsleercontext voor het ontwikkelen van de werkdefinitie van het concept biodiversiteit is geen adequate contextuele transpositie (zie § 7.2), omdat de wijze waarop het concept biodiversiteit wordt gehanteerd niet is afgeleid van een authentiek handelingspraktijk. Het wordt daardoor niet duidelijk voor de leerlingen wat zijn met het concept biodiversiteit moeten doen in relatie tot het practicum. Deze functie heeft het practicum in de voorgestelde OLS dan ook niet meer. Wel biedt het practicum een gelegenheid om het concept 'soortenrijkdom' te verdiepen op een moment in de lessenreeks dat de componenten 'abundantie', 'ruimte' en 'tijd' nog niet zijn ontwikkeld. Het concept soort als component van de taxonomische betekenis van soortenrijkdom heeft mogelijk een andere betekenis dan het concept soort in de ecologische betekenis, wat zou inhouden dat het concept *soort* en niet het concept biodiversiteit bij deze contextwisseling gerecontextualiseerd moet worden. Dit vraagt echter nadere analyse.

Inde voorgestelde OLS ligt de nadruk op eenheid en verscheidenheid in verschillende leefomgevingen. Soortenrijkdom krijgt een ecologische betekenis als component van het concept biodiversiteit. De keuze van de preparaten is van belang. Er zijn veel mogelijkheden, zolang de volgende criteria worden gehanteerd: verscheidenheid in taxa en leefomgevingen, overeenkomsten in kenmerken die samenhangen met verwantschap, relatief eenvoudig te ontleden. De leerlingen hebben veel houvast gehad aan de werkbladen waarop staat aangegeven wat de leerlingen moeten doen en welke onderdelen zij kunnen benoemen. Dit leverde goede tekeningen op. Het ontwikkelen van nieuw practicummateriaal vergt veel tijd, kennis en inspanning van de docent. In de appendix is het practicummateriaal opgenomen van de tweede en derde casestudie (Van Weelie, Damoiseaux, & Van Straaten, 2000). Naast de inhoudelijk accentverschuiving, met bijbehorende aanpassing van de leerdoelen (Ld bij 8-10), is het practicum voorzien van een uitgebreidere inleiding (OLA 8) en een bespreking (OLA 10) die aansluit op de meer ecologische dan taxonomische context. De docent gebruikt de bespreking van het practicum om de leerlingen de verbinding te laten maken naar de volgende activiteit, waarin het ontwikkelen van een instrument voor het meten van de biodiversiteit vorm gaat krijgen.

Vogeldiversiteit (OLA 11-13) is een beproefde activiteit waarbij gebruik wordt gemaakt van de jigsawmethode. Een groep leerlingen verdiept zich in bronnen de nadruk ligt op de componenten 'soortenrijkdom', 'abundantie' en 'ruimte' terwijl een andere groep zich de componenten 'soortenrijkdom', 'abundantie' en 'tijd' eigen maakt. Dat de component 'abundantie' direct meer aandacht krijgt is een aanvulling die voortkomt uit de evaluatie van OLS 2 en 3. In zowel

de tweede als de derde casestudie bleek de component 'abundantie' uiteindelijk het minst vaak te worden gerecontextualiseerd op de toets. De aandacht van de leerlingen kan op 'abundantie' worden gevestigd door geschikte bronnen te kiezen en door de docent bij de begeleiding van het groepswork. De klassikale reflectie (OLA 13) is een belangrijk moment voor de formulering van de werkdefinitie. Deze activiteit is goed uitvoerbaar en effectief gebleken in de derde casestudie. Alle voorafgaande activiteiten van de lessenreeks vormen de voorbereiding voor het moment waarop de werkdefinitie op het bord komt. Belangrijk is dat de leerlingen eigenaar zijn van het denkproces en het product en dat de docent controleert of alle componenten van de werkdefinitie zijn geformuleerd.

De activiteit 'van wadlopen tot gaswinning' (OLA 14-18) is het gezamenlijk resultaat van de drie casestudies. Belangrijk is dat met deze activiteit het *recontextualiseren op twee niveaus* wordt geoefend, namelijk (1) *tussen* de drie onderscheiden conceptuele kernen van het concept biodiversiteit, namelijk 'natuur', 'natuurlijke hulpbron' en 'index' (zie hoofdstuk 3, § 3.2) en (2) *binnen* de conceptuele kern 'index' met behulp van de werkdefinitie. Door de activiteit meer te structureren kan gestuurd worden met de bronnen en de geleiding door de docent (OLA 14). De activiteit kan meer richting worden gegeven dan in de casestudies het geval was door de leerlingen van te voren het beoordelingsinstrument te geven voor de producten die van hen worden gevraagd, namelijk het advies (OLA 15) en de presentatie (OLA 17-18). Het beoordelingsinstrument wordt door de docent gebruikt om de adviezen te beoordelen en bij voorkeur vóór de presentaties met commentaar terug te geven aan de leerlingen (OLA 16). Dit is beter uitvoerbaar door het advies individueel te laten schrijven, te beperken tot maximaal 1 A4'tje en eventueel voor te structureren. Tevens helpt de docent de leerlingen duidelijk voor ogen te krijgen dat in dit gedeelte van de lessenreeks het recontextualiseren van het concept biodiversiteit wordt geoefend voor de toets (OLA 19, Ld bij 14-18) en dat daarom schriftelijk formuleren belangrijk is.

In de tweede en derde casestudie is de toets voldoende geëvalueerd om de volgende aanbevelingen te kunnen doen voor een toets die het recontextualiseren goed meet:

- De toets maakt vanaf het begin van de lessenreeks deel uit van de lessenreeks. De docent benadrukt tijdens de lessen wat de leerlingen precies moeten kennen en kunnen op de toets, door op geschikte momenten voorbeelden te geven. Recontextualiseren wordt expliciet geoefend en de twee instrumenten voor het recontextualiseren, dat wil zeggen ten eerste de drie betekenissen van het concept biodiversiteit 'natuur', 'natuurlijke hulpbron' en 'index' en ten tweede de werkdefinitie van het concept biodiversiteit als 'index' worden expliciet benoemd als hoofdzaak voor de toets.
- Toets sluit aan bij het niveau van de leerlingen door de stijl van de opdrachten en het aantal denkstappen dat de leerlingen zelfstandig moeten maken.
- De toets is bedoeld om te meten hoe goed de leerlingen het concept biodiversiteit op twee niveaus kunnen recontextualiseren: onderscheid maken tussen conceptuele kernen 'natuur', 'natuurlijke hulpbron' en 'index' bij opdrachten waar dat nodig is, en het recontextualiseren van de componenten van de werkdefinitie bij opdrachten die daarom vragen.

- De opdrachten zijn gerelateerd aan bronnen: verspreidingskaarten, tabellen en teksten. Hoewel de bronnen nieuwe kennis kunnen bevatten, zijn ze herkenbaar voor de leerlingen en relevant voor de onderwijsleercontext. De bronnen zijn voldoende actueel, vooral als dat de herkenbaarheid vergroot.
- De handelingspraktijk waaraan de onderwijsleercontext van de toets is ontleend, is gelijk aan die van de activiteit 'van wadlopen tot gaswinning' (OLA 14-18), maar de onderwijsleercontext is niet gelijk. De bronnen zijn nieuw, de leerlingen hebben bij het uitvoeren van de opdrachten een andere rol dan die van adviseur, namelijk die van commentator: kritische lezer en auteur. Met andere woorden, er wordt de leerling nu niet gevraagd een eigen argumentatie op te stellen, maar om als auteur commentaar te geven op de argumenten van een andere auteur. Bovendien wordt de toets individueel gemaakt. De leerling kan tijdens de toets niet zoals tijdens de lessen met een klasgenoot in gesprek om argumenten te bespreken en te ontwikkelen.
- De leerlingen hebben voldoende kennis van de handelingspraktijk 'het meten van biodiversiteit in het Waddengebied', en van de diverse maatschappelijke activiteiten die in het Waddengebied plaatsvinden die invloed hebben op de biodiversiteit, om de relevante aspecten van de onderwijsleercontext te kunnen begrijpen, de bronnen te kunnen interpreteren en de opdrachten te kunnen maken.
- Bronnen en opdrachten geven voldoende aanleiding om alle conceptuele kernen en alle componenten van de werkdefinitie te recontextualiseren. Dat kan per opdracht een van de conceptuele kernen of een specifieke component zijn, of allemaal. Voor alle leerjaren in de bovenbouw biologie voor zowel havo als vwo is er een opdracht bij waarin alle recontextualiseringens gerealiseerd moeten worden. Naarmate het niveau hoger is, is die opdracht complexer en wordt er minder naartoe opgebouwd door voorafgaande opdrachten. Van te voren wordt in kaart gebracht welke opdrachten tot welke recontextualiseringens kunnen leiden, zodat een evenwichtige verdeling kan worden gemaakt.
- Bespreken van de toets (OLA 20). Reflectie met de leerlingen op resultaten die zij op de toets hebben behaald in relatie tot de leerdoelen (Ld bij 19-20). Evenals bij de adviezen en de presentaties is het mogelijk om leerlingen werk van klasgenoten te laten beoordelen volgens de beoordelingsleutel.

Met de presentatie van de OLS voor het recontextualiseren van het concept biodiversiteit in Tabel 8.1 en de gegeven toelichting is antwoord gegeven op de hoofdvraag van dit onderzoek. Uit de tabel en de toelichting blijkt dat de meeste activiteiten beproefd zijn en uiteindelijk uitvoerbaar of effectief zijn gebleven, en dat de aanvullingen en aanpassingen eveneens zijn ingegeven door bevindingen uit het ontwikkelingsonderzoek. Het ontwerp van de verschillende versies van de OLS is steeds gebaseerd op de ontwerpcriteria die zijn ontleend aan theorieën over onderwijzen en leren. In het ontwikkelingsonderzoek zijn drie cycli doorlopen van theorie naar ontwerp, testen in de praktijk, evalueren en aanbevelingen formuleren voor aanpassingen van het ontwerp vanuit praktijkbevindingen en theorie, waarna de volgende cyclus van ontwerpen, testen en evalueren

begint. Hiermee is de gepresenteerde OLS een praktijk-theoretisch gefundeerd voorstel voor een uitvoerbare en effectieve strategie om het recontextualiseren van het concept biodiversiteit te onderwijzen en te leren. De aanpassingen maken duidelijk dat met de voorgestelde OLS een nieuwe cyclus van opnieuw een lessenreeks ontwerpen, testen en evalueren ingezet zou kunnen worden. Het is echter aannemelijk dat de voorgestelde activiteiten uitvoerbaar en effectief zullen zijn. Een nieuwe cyclus zal waarschijnlijk geen nieuwe wetenschappelijke inzichten meer opleveren.

In het resterende deel van dit hoofdstuk wordt de mogelijke relevantie van recontextualiseren voor andere biologische concepten in de bovenbouw biologie havo en vwo verkend.

### 8.3 Reikwijdte van recontextualiseren

Het ligt voor de hand dat in dit proefschrift een pleidooi wordt gehouden voor het recontextualiseren van meer biologische concepten. Ter voorbereiding op de nieuwe examenprogramma's biologie havo en vwo zijn inmiddels honderden biologiedocenten opgeleid in de concept-contextbenadering. Dit doet vermoeden dat de concept-contextbenadering en in het bijzonder het recontextualiseren door leerlingen relevant is voor meer biologische concepten dan alleen het concept biodiversiteit.

In deze paragraaf wordt de noodzaak van een algemene OLS voor recontextualiseren van biologische begrippen geëxploreerd. Wierdsma (2012) heeft een OLS ontwikkeld voor het recontextualiseren van het concept 'dissimilatie'. Als voorbeeld van andere biologische concepten die in verschillende handelingspraktijken verschillende betekenissen hebben, noemt Wierdsma de concepten 'fotosynthese' en 'eiwit'.

Boersma (2011) geeft eveneens aanwijzingen voor concepten die in veel gevallen recontextualisering behoeven, namelijk theoretische concepten zoals het systeemconcept 'levensgemeenschap', omdat deze concepten in stappen ontwikkeld worden vanuit kennis van modellen (deeltjesmodel, systeemmodel) en empirische concepten.

Het is aannemelijk dat veel biologische concepten in de leefwereld van leerlingen een andere betekenis hebben dan binnen een handelingspraktijk waar biologische kennis vereist is. Voorbeelden van concepten die om die reden verwarring opleveren bij leerlingen zijn 'soort' en 'verbranding' (eigen observatie). Deze concepten hebben bij introductie de schijn van bekendheid voor leerlingen waardoor voorkennis wordt geactiveerd die relevant is voor de leefwereld van de leerling, maar in de biologische context tot begripsverwarring leidt. Leerlingen zouden gebaat kunnen zijn bij het expliciet recontextualiseren van zulke concepten.

Een concept dat waarschijnlijk beter via recontextualiseren kan worden onderwezen en geleerd bezit een of meer van de volgende kenmerken:

- Het concept is meerduidig doordat het verschillende conceptuele kernen heeft in verschillende handelingspraktijken. Leerlingen worden bijvoorbeeld op het verkeerde been gezet doordat het concept in de alledaagse praktijk, de leefwereldcontext, een andere betekenis heeft dan in de biologische context. Het concept 'dominantie' levert bij erfelijkheid altijd bij een aantal leerlingen verwarring op.