

Hoofdstuk 6

Tweede casestudie

6.1	Inleiding	152
6.2	Bevindingen uit de voorafgaande onderzoeksfasen.....	152
6.3	OLS 2 en de tweede lessenreeks	154
6.3.1	Uitwerking van OLS 2	154
6.3.2	De geplande tweede lessenreeks	159
	Jigsawmethode	159
6.3.3	Dataverzameling in de tweede ronde	162
6.4	Tweede casestudie: evaluatie van OLS 2	163
6.4.1	De lessenreeks	163
6.4.2	De Toets	187
	Gebruik van het concept biodiversiteit	188
	Recontextualiseren	195
	Het concept biodiversiteit noemen	200
	Het concept biodiversiteit recontextualiseren.....	201
	Vier componenten	203
	Recontextualiseren van de complete werkdefinitie.....	204
6.5	Conclusie	206
6.5.1	Conclusies met betrekking tot de effectiviteit van de OLA's	206
6.5.2	Conclusies met betrekking tot de effectiviteit van OLS 2.....	208
	Effectiviteit van OLS 2 voor het oefenen met recontextualiseren.....	209
	Effectiviteit van OLS 2 voor het recontextualiseren op de toets.....	214
	Effectiviteit van OLS 2 voor het ontwikkelen van de werkdefinitie	214
6.5.3	Conclusies met betrekking tot de effectiviteit van de OC's.....	215
	OC 1: Het concept biodiversiteit	215
	OC 2: Natuur, natuurlijke hulpbron, index	215
	OC 3: Werkdefinitie.....	216
	OC 4: Samenwerkend leren	217
	OC 5: Probleemstellende benadering.....	217
	OC 6: Concept-contextbenadering.....	218
6.5.4	Kenmerken van een uitvoerbare en effectieve OLS	219
	1. Contextwisselingen	219
	2. Probleemstructuur.....	220
	3. Definities	220
6.6	Ontwerp vragen en aanpassingen derde casestudie.....	221
	Ontwerp vraag 1 voor OLS 3	221
	Ontwerp vraag 2 voor OLS 3	221

6.1 Inleiding

In hoofdstuk 6 worden de bevindingen van de evaluatie van OLS 1 (hoofdstuk 4) en de verdiepende literatuurstudie (hoofdstuk 5) uitgewerkt in de tweede versie van de onderwijsleerstrategie (OLS 2). OLS 2 is het antwoord op de vier ontwerp vragen die werden geformuleerd in §5.5. Evenals OLS 1 in de eerste casestudie wordt OLS 2 geoperationaliseerd in een lessenreeks die wordt uitgevoerd in de klas. Aan de hand van verzamelde gegevens over de uitgevoerde onderwijsleeractiviteiten (OLA's) wordt OLS 2 geëvalueerd. Doelstelling van de evaluatie van OLS 2 is om te testen of de OLS uitvoerbaar en effectief is en voor zover nodig aanwijzingen en aanpassingen te genereren.

In § 6.2 wordt besproken welke onuitvoerbare of ineffektieve onderdelen van OLS 1 moeten worden aangepast in OLS 2. De aanpassingen worden in § 6.3.1 uitgewerkt in OLS 2 en in § 6.3.2 geoperationaliseerd in de tweede lessenreeks.

De methode van dataverzameling is in de tweede casestudie aangepast. Deze aanpassing wordt toegelicht in § 6.3.3. De eerste lessenreeks is uitgevoerd in 4 vwo, de tweede lessenreeks in 6 vwo. Gekozen is voor een verdeling van de casestudies over verschillende leerjaren en onderwijsniveaus, zowel havo als vwo, om zoveel mogelijk (voor-)examenklassen biologie in het havo en vwo te kunnen onderzoeken. Er is uitdrukkelijk onderscheid gemaakt tussen enerzijds de structuur van de OLS in de vorm van de probleemstructuur, de structuren van concepten en contexten en samenwerken leren om de dialoog te stimuleren, en anderzijds de operationalisering van de OLS in de lessenreeks. De structuur van de OLS is niet afhankelijk van het leerjaar of onderwijsniveau, de lessenreeks wel. In hoofdstuk 2 is dieper ingegaan op dit aspect van het onderzoeksdesign en de relatie tot het resultaat van het onderzoek.

In § 6.4 wordt de evaluatie van OLS 2 besproken en geïllustreerd met representatieve fragmenten uit leerlingendialogen. Hierbij wordt evenals in hoofdstuk 4 de verhaallijn van de lessen gevolgd, waarbij de uitvoering van de OLA, de fasen van OLS en uitwerking van ontwerp criteria worden geëvalueerd. In § 6.5 worden de conclusies samengevat en de onderdelen van OLS 2 aangegeven die moeten worden aangepast in OLS 3 in de derde casestudie van het ontwikkelingsonderzoek (zie hoofdstuk 2 voor de fasering van het onderzoek).

6.2 Bevindingen uit de voorafgaande onderzoeksfasen

Uit de evaluatie van de eerste versie van de onderwijsleerstrategie (OLS 1) is gebleken dat OLS 1 niet heeft geleid tot de gewenste leerresultaten. De belangrijkste verklaring daarvoor was dat de vakdidactische ontwerp criteria onvoldoende waren uitgewerkt in OLS 1; zie hoofdstuk 4 § 4.5.3.) In de oriënterende fase van het onderzoek zijn experts geïnterviewd die het concept biodiversiteit beroepsmatig hanteren. Er is een literatuurstudie uitgevoerd met als doel de betekenis van het concept biodiversiteit te analyseren. Vervolgens is een Delphi-studie uitgevoerd om vakinhoudelijke keuzes ten aanzien van het concept biodiversiteit als domein voor onderwijs en educatie te funderen voor een brede doelgroep. Deze onderzoeksactiviteiten zijn steeds gericht

geweest op het concept biodiversiteit. De domeinspecifieke ontwerpcriteria ‘meerderebetekenis’ en contextafhankelijkheid van het concept biodiversiteit’ (OC 1), ‘de drie betekenissen van het concept biodiversiteit ‘natuur’, ‘natuurlijke hulpbron’ en ‘index’ (OC 2) en ‘de werkdefinitie van het concept biodiversiteit’ (OC 3) werden in detail uitgewerkt.

In Tabel 6.1 worden de belangrijkste problemen in OLS 1 gepresenteerd met mogelijke oplossingen in OLS 2. De mogelijke oplossingen zijn ontleend aan de diverse voorafgaande onderzoeksfasen.

Tabel 6.1 Relatie tussen de ontwerpfouten in OLS 1 en verbeteringen in OLS 2. In kolom 2 is aangeven met welke vragen uit §5.4 de verbeteringen corresponderen en met welke ontwerpcriteria (OC 1 t/m OC 6).

Ontwerpfouten in OLS 1	Verbeteringen in OLS 2
<p>Leerlingen hebben de meerdubbelbetekenis en contextafhankelijkheid van het concept biodiversiteit niet ervaren doordat de conceptuele kern van het concept biodiversiteit als ‘index’ direct werd aangeboden als werkdefinitie in de betekenis van ‘index’.</p>	<p><i>Contextstructuur toevoegen.</i> § 5.4 vraag 1 en 6; OC 1 en toevoeging van OC 6. Leerlingen laten kennismaken met meerdere betekenissen in opeenvolgende onderwijsleercontexten. Er is ook in OLS 2 geen gebruikgemaakt van de verschillen tussen de betekenissen ‘natuur’ en ‘natuurlijke hulpbron’. Er wordt gekozen voor de conceptuele kern ‘index’. Binnen deze betekenis wordt het concept biodiversiteit opgebouwd van eenvoudig naar complex.</p>
<p>Leerlingen hebben weinig verband ervaren tussen de OLA.</p>	<p><i>Probleemstructuur aanpassen (1).</i> §5.4 vraag 2,3 en 5; OC 5 Vragen van leerlingen over het concept biodiversiteit laten ontstaan uit een onderwijsleeractiviteit en de volgende onderwijsleeractiviteit laten aansluiten op de opgeroepen vragen.</p>
<p>Het aanbieden van de werkdefinitie via een theoretische tekst heeft niet geleid tot de gewenste leereffecten. Leerlingen hebben de werkdefinitie niet toegepast in de werkstukken.</p>	<p><i>Probleemstructuur aanpassen (2).</i> § 5.4 vraag 7 en 8; OC 5 en OC 6 Leerlingen de werkdefinitie in stappen laten ontwikkelen, zodat het instrument wordt eigengemaakt.</p>
<p>Leerlingen hebben samengewerkt bij de opdrachten in les 2 en 3 en overlegd over praktische zaken bij het bronnenonderzoek vanaf les 4. De dialogen gingen meestal niet, met uitzondering van de in hoofdstuk 4 gepresenteerde fragmenten, over het concept biodiversiteit. Er werd niet hardop gerecontextualiseerd zoals werd beoogd en verwacht.</p>	<p><i>Samenwerkend leren toepassen.</i> § 5.4 vraag 4, 7, 8 en 9; OC 3 en OC 4 Leerlingen uitdagen met elkaar te praten over het concept biodiversiteit in situaties waarin zij de noodzaak ervaren hun eerder geformuleerde definitie van het concept biodiversiteit aan te passen met behulp van de ontwikkelde werkdefinitie.</p>
<p>De verwachting was dat leerlingen het concept biodiversiteit zouden recontextualiseren tijdens het bronnenonderzoek. Er werd niet individueel getoetst of leerlingen hadden geleerd het concept biodiversiteit wendbaar te hanteren.</p>	<p><i>Toetsen toevoegen</i> § 5.4 vraag 10; OC 6 Toets ontwerpen met onderwijsleercontexten en opdrachten waarbij leerlingen individueel moeten laten zien dat zij het concept biodiversiteit wendbaar kunnen hanteren.</p>

Doordat de vakdidactische ontwerpcriteria ‘samenwerkend leren’ (OC 4), ‘de probleemstellende benadering’ (OC 5) en ‘de concept-contextbenadering’ (OC 6) worden uitwerkt in nieuwe OLA’s, verschilt OLS 2 sterk van OLS 1. De tweede versie van de OLS verschilt echter niet *fundamenteel* van OLS 1. De ontwerpcriteria zijn immers niet aangevuld of aangepast. OLS 2 wordt getest in de tweede casestudie.

6.3 OLS 2 en de tweede lessenreeks

In § 6.3.1 wordt OLS 2 uitgewerkt en toegelicht. In § 6.3.2 wordt OLS 2 verwerkt in de tweede lessenreeks. In § 6.3.3 wordt kort beschreven welke gegevens zijn verzameld in de tweede casestudie en op welke manier. Een uitgebreidere beschrijving van de onderzoeksmethode is gegeven in hoofdstuk 2.

6.3.1 Uitwerking van OLS 2

In Tabel 6.2 hieronder is OLS 2 weergegeven. Deze paragraaf is verder een toelichting op deze tabel.

De sequentie van onderwijsleeractiviteiten (OLA’s) is gepresenteerd in de rechter kolom van tabel 6.2 hieronder. Leerlingen ontwikkelen naar verwachting het begrip dat het concept biodiversiteit meerduidig en contextafhankelijk is. Hiermee samenhangende leerdoelen zijn met (M) gemarkeerd. Zij ontwikkelen stap voor stap de vier componenten van de werkdefinitie van het concept biodiversiteit als ‘index’. Leerdoelen die hiermee samenhangen zijn gemarkeerd met een (W) in de linker kolom van tabel 6.2. De leerlingen worden steeds gemotiveerd door overgangen van onderwijsleeractiviteiten. Deze overgangen vormen wisselingen in de contextstructuur. De contextstructuur is zichtbaar gemaakt in de linker kolom van tabel 6.2. In de geplande OLS is voorzien in een overgang van taxonomische activiteiten naar ecologische activiteiten en van ecologische activiteiten naar onderzoeksactiviteiten. In de onderzoekscontext wordt de invloed onderzocht van gasboringen (proefboringen en gaswinning) in de Waddenzee op de biodiversiteit van het Waddengebied. Leerdoelen die daarmee samenhangen zijn in Tabel 6.2 met (I) gemarkeerd. In de toepassingsfase leren leerlingen het concept biodiversiteit recontextualiseren met behulp van de ontwikkelde werkdefinitie. Leerdoelen die hiermee samenhangen zijn gemarkeerd met (R).

Tabel 6.2 OLS2 Weergegeven is de tweede versie van de onderwijsleerstrategie voor het concept biodiversiteit. De probleemstructuur van vragen en antwoorden is nu ingebed in een contextstructuur. Contextstructuur (C) en probleemstructuur (V-A) staan in de linker kolom, de bijbehorende onderwijsleeractiviteiten (OLA) staan in de rechterkolom. Leerdoelen (L) zijn per functionele eenheid van activiteiten geformuleerd als uitbreidingen van het handelingsrepertoire van leerlingen.

<p>C 2.1 Taxonomie: classificeren van soorten naar verwantschap aan de hand van vormkenmerken</p>	<p>OLA 2.1 Klassikaal - Plaatsbepaling Inleiding op de lessenserie over biodiversiteit, met name op het practicum. Docent begeleidt een onderwijsleergesprek over wat de leerlingen al over biodiversiteit weten.</p>
<p>V 2.1 Wat betekent het concept biodiversiteit?</p>	<p>OLA 2.2 Individueel en Duo's - Voorstudie preparaten In tweetallen verdeeld over vijf Rijken bestuderen de leerlingen hun preparaten, complete organismen van verschillende soorten, ter voorbereiding op het practicum. Er volgt een werkblad met een schrijfpdracht over biodiversiteit.</p>
<p>A 2.1 Eenvoudig concept: biodiversiteit is eenheid en verscheidenheid in de levende natuur</p>	<p>OLA 2.3 Klassikaal - Onderwijsleergesprek over wat de leerlingen opviel aan de preparaten. Docent stuurt de discussie aan op het thema "eenheid en verscheidenheid"¹ met behulp van een "kenmerkenschema" op het bord.</p>
<p>L 2.1 leerlingen kunnen voorbeelden noemen van biodiversiteit in de betekenis van "eenheid en verscheidenheid in de levende natuur" (M)</p> <p>L 2.2 leerlingen kunnen het werk van een taxonoom, de classificatie van soorten naar verwantschap, in verband brengen met hun concept van biodiversiteit: "eenheid en verscheidenheid" (M)</p> <p>L 2.3 leerlingen kunnen taxonomische kenmerken van "eenheid en verscheidenheid" aanwijzen, dat wil zeggen: zowel Rijkspecifieke als soort- of familiespecifieke kenmerken, bij de organismen die zij op het practicum gaan tekenen en beschrijven (W)</p>	
<p>C 2.2 Taxonomie (C 2.1)</p> <p>V 2.2 Wat betekent het concept biodiversiteit voor een taxonoom?</p> <p>A 2.2 Rijkspecifiek concept, soortenrijkdom, "eenheid en verscheidenheid", leerlingen geven eigen omschrijvingen van taxonomische diversiteit voor hun eigen Rijk</p>	<p>OLA 2.4 Duo's - Practicum bestaande uit observatie- en tekenopdrachten over per tweetal twee organismen uit hetzelfde rijk. Leerlingen werken elk aan hun eigen organisme en zijn vrij om elkaar te helpen of bij andere tweetallen te kijken als dat zo uitkomt. Het werk van de docent zit al in de voorbereiding van opdrachten en preparaten. Tijdens het practicum helpt hij of zij leerlingen verder door vragen te stellen of technieken voor te doen.</p> <p>OLA 2.5 Klassikaal - Onderwijsleergesprek over de betekenis van het concept biodiversiteit naar aanleiding van het practicum met behulp van het "kenmerkenschema" op het bord, dat eventueel uitgebreid wordt.</p>

¹ De term 'eenheid en verscheidenheid' is situatiespecifiek en verwijst naar een subdomein uit het examenprogramma. De lessenreeks werd uitgevoerd in een 6 vwo-klas die in 2000 examen deed.

Tabel 6.2 Vervolg

L 2.4 leerlingen kunnen hun definitie van het concept biodiversiteit verder uitwerken dan in de vorige les, tot een taxonomische definitie van biodiversiteit: biodiversiteit is de *soortenrijkdom* in de levende natuur (W)

L 2.5 leerlingen kunnen voorbeelden noemen van eenheid en verscheidenheid binnen een Rijk en tussen Rijken (M)

L 2.6 leerlingen kunnen het taxonomische biodiversiteitsbegrip in verband brengen met taxonomische categorieën als soorten, families, orden en Rijken (M)

L 2.7 leerlingen kunnen aan de hand van al het practicummateriaal, waaronder ook dat van andere duo's, voorbeelden noemen van verscheidenheid aan vormen en functies bij organismen (M)

C 2.3 Ecologie: lezen en interpreteren van ecologische bronnen

OLA 2.6 Klassikaal - Practicum bespreken Docent bespreekt de werkbladen en tekeningen met de leerlingen.

V 2.3 Wat betekent het concept biodiversiteit in de ecologie?

OLA 2.7 Duo's - Bronnenstudie Tweetalen bestuderen bespreken teksten en bereiden een groepsdiscussie voor volgende les voor. Zij formuleren een nieuwe omschrijving van biodiversiteit.

A 2.3 Componenten van de werkdefinitie: biologische eenheden, abundantie, ruimte en tijd.

OLA 2.8 Klassikaal - Omschrijvingen bespreken De docent notuleert op het bord en begeleidt het klassikale gesprek over de *werkdefinitie* met de vier componenten (genoemd in A 2.3 hiernaast).

L 2.8 leerlingen kunnen uitleggen dat een taxonomisch biodiversiteitsbegrip in de ecologie niet toereikend is, omdat de dimensies ruimte en tijd ontbreken, en dat ecologen dus iets anders verstaan onder het concept biodiversiteit (M)

L 2.9 leerlingen kunnen in eigen woorden een welgeformuleerde *Rijkspecifieke* definitie van biodiversiteit formuleren; waarbij "welgeformuleerd" wil zeggen: in overeenstemming met de basisdefinitie in de docentenhandleiding (W en R)

L 2.10 leerlingen kunnen voorbeelden noemen van biodiversiteit binnen "hun" Rijk in het Waddengebied (W en R)

C 2.4 Ecologie: met verschillende "Rijkspecialisten" adviseren over de invloed op de biodiversiteit van proefboringen en gasexploitatie in het Waddengebied

OLA 2.9 Huiswerk (duo's) - Bronnen raadplegen Aan de hand van de "bronnenbundel" bereiden duo's een discussie voor waarbij zij elk in een andere groep, de adviescommissies, de specialisatie van hun tweetal zullen vertegenwoordigen (*jigsawmethode*). Zij gebruiken de tot nu toe ontwikkelde *werkdefinitie* (zie OLA 2.8 en A 2.3 hierboven) van het biodiversiteitsbegrip met de vier componenten om een strategie voor dit doel te bedenken.

V 2.4 Welk biodiversiteitsconcept is hanteerbaar voor de adviescommissie?

OLA 2.10 Groepswerk - Commissieoverleg Vijf specialisten proberen in goed overleg een gezamenlijk advies te formuleren.

A 2.4 Algemeen ecologisch biodiversiteitsconcept, definitie in eigen woorden, maar conform de werkdefinitie.

L 2.11 leerlingen kunnen in groepsoverleg overeenstemming bereiken over de betekenis van het concept biodiversiteit met behulp van de werkdefinitie (W en R)

L 2.12 leerlingen kunnen met een welgeformuleerde definitie een omschrijving van biodiversiteit geven waarover de groep het eens is, door de *werkdefinitie* te specificeren (W)

Tabel 6.2 Vervolg

<p>C 2.5 Ecologie: specialistencommissies adviseren over de gevolgen voor biodiversiteit van proefboringen naar gas in het Waddengebied</p>	<p>OLA 2.11 Huiswerk (duo's) - Ruggespraak Tweetalen bespreken hun individuele ervaringen in de adviescommissies. Zij bespreken de nieuwe definities van biodiversiteit en bepalen hun strategie voor de volgende commissievergadering.</p>
<p>V 2.5 Welke invloed ondergaat de biodiversiteit in het Waddengebied van proefboringen en gasexploitatie? Welke invloeden zijn wenselijk en welke niet? Welke consequenties verbindt de commissie daaraan voor proefboringen en gasexploitatie in het Waddengebied?</p>	<p>OLA 2.12 Groepswerk - Commissieoverleg De adviescommissies formuleren hun advies. Zij maken daarbij gebruik van de <i>werkdefinitie</i> en hun eigen – specifiekere – definities van biodiversiteit.</p>
<p>A 2.5 Uit het advies blijkt een flexibele toepassing van een in eigen woorden geformuleerd biodiversiteitsconcept met alle componenten van de werkdefinitie.</p>	<p>OLA 2.13 Klassikaal - Reflecteren Woordvoerders van de commissies presenteren hun advies. De docent begeleidt een klassikale discussie over eventuele verschillen en overeenkomsten in de adviezen. De docent richt de aandacht behalve op de betekenis van het concept biodiversiteit en andere biologische kwesties, ook op normen en waarden.</p>
<p>L 2.13 leerlingen kunnen heen-en-weer denken tussen specifiekere en algemenere ecologische biodiversiteitsbegrippen door vier dimensies van de door hen zelf ontwikkelde <i>werkdefinitie</i> meer of minder specifiek in te vullen: biologische eenheden, abundantie, tijd en plaats (W)</p>	
<p>L 2.14 leerlingen kunnen heen-en-weer denken tussen taxonomische en ecologische diversiteitsbegrippen via de dimensies tijd en plaats: deze ontbreken bij definities van taxonomische biodiversiteitsbegrippen, en zijn noodzakelijk zijn het meten van ecologische diversiteit (M, W en R; zie ook leerdoel L 2.8)</p>	
<p>L 2.15 leerlingen kunnen uitleggen dat het concept biodiversiteit <i>flexibel</i> is en dat de precieze betekenis afhangt van wat men met het concept doet², en zij kunnen daarvan verschillende voorbeelden geven: een taxonomisch biodiversiteitsbegrip en een ecologisch biodiversiteitsbegrip (M)</p>	
<p>L 2.16 leerlingen kunnen uitleggen waarom overeenstemming over de betekenis van het concept biodiversiteit noodzakelijk is om advies (zie C 2.4) te kunnen uitbrengen (R)</p>	
<p>C 2.6 <i>Dagelijkse praktijk</i>: dagblad lezen, populairwetenschappelijk artikel interpreteren</p>	<p>OLA 2.14 Individueel - Toets Artikel lezen over proefboringen en gasexploitatie in het Waddengebied uit gerenommeerd Nederlands dagblad en beargumenteerd commentaar geven op wat de auteur schrijft over biodiversiteit.</p>
<p>V 2.6 Wat bedoelt de auteur met het concept biodiversiteit?</p>	<p>OLA 2.15 Klassikaal - Toets bespreken Docent bespreekt de toetsresultaten en reflecteert met de leerlingen op hetgeen zij al dan niet hebben geleerd. • Leerlingen hebben het geleerde toegepast bij het interpreteren van een tekst over biodiversiteit en ervan blijk gegeven dat zij in hun eigen woorden onderbouwd commentaar kunnen geven op wat er gezegd en verzwegen wordt over biodiversiteit in een populairwetenschappelijke tekst.</p>
<p>A 2.6 Toepassen flexibel biodiversiteitsconcept, componenten: soortenrijkdom, "aantal individuen per soort", ruimte en tijd</p>	<p>L 2.17 leerlingen kunnen de werkdefinitie van het concept biodiversiteit toepassen in een nieuwe toetscontext, namelijk een schriftelijke opdracht: vragen over een krantenartikel over gasboringen in de Waddenzee, en zij kunnen hun toepassing ook expliciet maken (W en R)</p>

² Dat wil zeggen: het concept biodiversiteit is *meerduidig* en *contextafhankelijk*.

Leerdoel L 2.17 kan in de terminologie van de concept-contextbenadering als volgt worden geformuleerd: leerlingen kunnen in individuele schriftelijke toets het concept biodiversiteit in een voor hen nieuwe onderwijsleercontext wendbaar hanteren en expliciteren hoe zij dat doen met behulp van de definitiemethode. De belangrijkste toevoegingen van OLS 2 ten opzichte van OLS 1 is de verwachting dat leerlingen dit leren door a) de definitiemethode zelf te ontwikkelen, gemotiveerd door een sequentie van probleemsituaties die ontstaan door contextwisselingen.

Het in hoofdstuk 5 geconstateerde probleem van de overgang van een antwoord (A) naar de volgende vraag (V) wordt in OLS 2 ondervangen door contextwisselingen en een naar verwachting duidelijkere conceptuele structuur. Beoogd wordt dat leerlingen in een nieuwe onderwijsleercontext ontdekken dat een eerder gegeven antwoord in de vorm van een definitie van het concept biodiversiteit in de volgende context niet langer bruikbaar blijkt te zijn. Vervolgens wordt verwacht dat de leerlingen de definitie van het concept biodiversiteit willen aanpassen. De leerlingen doorlopen in grote lijnen de volgende stappen:

- ontdekken dat het concept biodiversiteit meerdere betekenissen heeft
- de betekenis van het concept biodiversiteit uitbreiden met nieuwe elementen: soortenrijkdom, abundantie, tijd en ruimte
- definitie aanpassen, werkdefinitie ontwikkelen, definitiemethode ontwikkelen
- werkdefinitie en definitiemethode toepassen om de betekenis van het concept biodiversiteit te bepalen en een preciserende definitie van het concept biodiversiteit te formuleren die is aangepast aan de nieuwe onderwijsleercontext.

De probleemstructuur ($V-A \rightarrow V-A \rightarrow \text{etc.}$) is blijven bestaan, maar is nu duidelijker geworden. Alle antwoorden (A) samen vormen in OLS 2 een conceptuele structuur, terwijl vraag en antwoord (V-A-eenheid) binnen een onderwijsleercontext past en de probleemstructuur, dat wil zeggen de opeenvolging van V-A-eenheden, $V2.n-A2.n \rightarrow V2.n+1-A2.n+1$, past binnen de toegevoegde contextstructuur, een geëxpliciteerde structuur van onderwijsleercontexten. In Tabel 6.2 is dit zichtbaar gemaakt kolom 1.

In de eerste versie van de strategie (OLS 1) komt geen contextstructuur voor³. De contextstructuur is een opeenvolging van onderwijsleercontexten die samenhangt met de conceptstructuur. Binnen elke volgende context heeft het concept biodiversiteit een uitgebreidere betekenis. Naar verwachting zullen leerlingen in een nieuwe onderwijsleercontext vragen stellen over het concept biodiversiteit zoals dat in een voorafgaande onderwijsleercontext is gehanteerd. De vragen worden opgeroepen doordat het 'oude' concept biodiversiteit niet bruikbaar is voor de nieuwe onderwijsleeractiviteit. Verwacht wordt dat leerlingen ontdekken dat hun omschrijving van het concept biodiversiteit moet worden aangepast om tot een bruikbaar concept te komen. Door een adequate sequentie van contexten zouden de leerlingen, ondersteund door het lesmateriaal en de docent, a) de meerduidigheid en contextafhankelijkheid van het concept biodiversiteit ontdekken, b) de werkdefinitie van het concept biodiversiteit als 'index' stap voor stap opbouwen, en c) het concept biodiversiteit leren recontextualiseren. De verwachting is dat de leerlingen in de toetsfase het concept biodiversiteit wendbaar kunnen hanteren.

³ Vergelijk tabel 6.2 met tabel 4.2 in hoofdstuk 4.

Geënt op de geplande contextwisselingen werd een nieuwe probleemstructuur ontworpen. De vragen en antwoorden hangen in OLS 2 nauwer samen met de conceptuele structuur dan in OLS 1. De conceptuele structuur bestaat uit eenvoudigere, maar binnen de betreffende onderwijsleercontext betekenisvolle definities van het concept biodiversiteit, die dienden als tussenstappen voor leerlingen bij het ontwikkelen van de werkdefinitie van het concept biodiversiteit. Docent, lesmaterialen, medeleerlingen en bronnen bieden sturing, ondersteuning en informatie bij het nemen van iedere volgende stap in de OLS.

In § 6.4 wordt de evaluatie van OLS 2 besproken aan de hand van representatieve protocolfragmenten. De daarbij te volgen werkwijze is gelijk aan de bespreking van OLS 1 in hoofdstuk 4. In § 6.3.2 wordt eerst toegelicht hoe OLS 2 in de tweede lessenreeks is geoperationaliseerd.

6.3.2 De geplande tweede lessenreeks

In OLS 2 is meer gebruikgemaakt van samenwerkend leren (OC 4) dan in OLS 1. De toegepaste werkvorm wordt in de literatuur de *jigsaw method* genoemd, letterlijk vertaald de puzzelmethode⁴.

Jigsawmethode

De jigsawmethode is een vorm van samenwerkend leren. In de tweede casestudie is deze werkvorm toegepast om een taakverdeling in de vorm van een *arbeidsverdeling* te voorkomen. In de eerste lessenreeks ontstond binnen de groepen een arbeidsverdeling die ertoe leidde dat leerlingen niet met elkaar in gesprek gingen, zoals bedoeld, maar kort overleg hadden over deelvragen en deeltaken en vervolgens individueel aan het werk gingen met het bronnenonderzoek.

De jigsawmethode⁵ (Aronson & Patnoe, 1997) heeft de volgende drie eigenschappen:

- Creëert wederzijdse afhankelijkheid bij leerlingen.
- Creëert een motief om van elkaar te leren.
- Creëert dialoog tussen leerlingen.

Van de jigsawmethode wordt verwacht dat leerlingen erdoor gestimuleerd worden met elkaar in gesprek te gaan.

4 In de Nederlandse literatuur over werkvormen staat de methode echter bekend als een variant van het expertsysteem.

5 <http://www.jigsaw.org/steps.htm>

In Tabel 6.3 hieronder wordt de lessenreeks weergegeven waarin OLS 2 is geoperationaliseerd. OLA's die tijdens de uitvoering zijn toegevoegd aan de oorspronkelijk geplande OLA's zijn in de tabel cursief weergegeven.

Tabel 6.3 Tweede lessenreeks Weergegeven is de uitwerking van OLS 2 in de geplande lessenserie voor 6 vwo. De nummering en titels van de onderwijsleeractiviteiten (OLA) in de middelste kolom zijn gelijk aan die van Tabel 6.2 hierboven. De lesnummers in de linker kolom corresponderen met lessen van 60 minuten van de uit te voeren lessenreeks tijdens de tweede casestudie, en zijn dus situatiespecifiek. De participerende school hanteerde deze lesduur. De tijdsbesteding in de rechterkolom is een inschatting van de benodigde tijd per OLA.

Lesnummer	Onderwijsleeractiviteiten	Tijdsbesteding
Les 1	<i>Klassikaal - Inleiding</i>	10'
	OLA 2.1 Klassikaal - Plaatsbepaling	10'
	OLA 2.2 Duo's - Voorstudie preparaten	20'
	<i>Opdracht (1) Kenmerken (I)</i>	15' werkblad
	OLA 2.3 Klassikaal - Onderwijsleergesprek	5'
Les 2	OLA 2.4 Individueel en Duo's - Practicum	120'
	<i>Duo's - Opdracht (2) Kenmerken (II)</i>	15' werkblad
	OLA 2.5 Klassikaal - Onderwijsleergesprek	15'
Les 3	OLA 2.6 Klassikaal - Practicum bespreken	10'
	OLA 2.7 Duo's - Bronnenstudie	30'
	OLA 2.8 Klassikaal - Omschrijvingen bespreken	20'
	OLA 2.9 Huiswerk (duo's) - Bronnen raadplegen	60' huiswerk
Les 4	<i>Klassikaal - Inleiding op groepsopdracht</i>	10'
	OLA 2.10 Groepswerk - Commissieoverleg	35'
	<i>Klassikaal - Evaluatie van het groepsoverleg</i>	15'
Les 5	OLA 2.11 Huiswerk (duo's) - Ruggespraak	30' huiswerk
	<i>Klassikaal - Ruggespraak (i.p.v. huiswerk)</i>	30'
	OLA 2.12 Groepswerk - Commissieoverleg	40'
	OLA 2.13 Klassikaal - Reflecteren	20'
Les 6	OLA 2.14 Individueel - Toets	60'
Les 7	OLA 2.15 Klassikaal - Toets bespreken	30'

Voor de betekenissen ‘natuur’ en ‘natuurlijke hulpbron’ kon in de tweede lessenreeks geen zinvolle plaats worden gevonden. Een deel van de definitiemethode is in OLS 2 dus overgeslagen. Er werd echter wel rekening gehouden met de geconstateerde ontwerpfout in OLS 1, namelijk dat de meerduidigheid van het concept biodiversiteit niet wordt ervaren door leerlingen als het concept niet meerdere betekenissen heeft in OLA’s. OLS 2 ontwikkelt het concept biodiversiteit door het concept aan de hand van de werkdefinitie steeds verder op te bouwen totdat het alle componenten bevat en de leerlingen het concept kunnen hanteren als index. Bij elke stap in de opbouw van het concept heeft het concept complexere betekenis waarbij een geschikte onderwijsleercontext is gekozen. Deze opbouw is in Tabel 6.4 hieronder weergegeven.

Tabel 6.4 Opbouw van betekenissen van het concept biodiversiteit in OLS 2

Het concept biodiversiteit	Betekenis
Verscheidenheid	Het concept biodiversiteit betekent verscheidenheid in de levende natuur.
Verscheidenheid betekent soortenrijkdom en abundantie	Het concept biodiversiteit <i>wordt uitgebreid</i> tot soortenrijkdom en abundantie: aantal soorten, en aantal individuen per soort.
Dynamische verscheidenheid in een gebied	Het concept biodiversiteit <i>wordt uitgebreid</i> tot soortenrijkdom en abundantie in een gebied met een bepaalde dynamische veranderlijkheid.
Biodiversiteitsindex	Het concept biodiversiteit wordt <i>geoperationaliseerd</i> als ‘index’ met behulp van de werkdefinitie: om de biodiversiteit te bepalen worden het aantal soorten en het aantal individuen per soort geteld in een afgebakend gebied. Verandering wordt waargenomen door biodiversiteit op verschillende tijdstippen te meten.

De OLA’s zijn opgebouwd van taxonomie, de verscheidenheid in de levende natuur past, naar ecologie: het aantal individuen per soort in een gebied (de populatieomvang), de ruimtelijke dimensie en veranderingen in de verscheidenheid van een bepaald gebied in een bepaalde tijdsperiode. De lessenreeks past binnen het concept ‘eenheid en verscheidenheid’, een concept uit het in 2000 geldende examenprogramma.

In OLS 2 werd de dialoog over het concept biodiversiteit gestimuleerd door de leerlingen verschillende expertises te geven. Voor het practicum en de overige teamactiviteiten tijdens het vervolg van de lessenserie, werden de volgende teams samengesteld. Elke leerling krijgt een specimen van een andere dier-, schimmel- of plantensoort. Voor het practicum en de overige teamactiviteiten tijdens het vervolg van de lessenserie, worden de onderstaande teams samengesteld.

Tabel 6.5 Samenstelling teams

Team	Rijk	Naam	Preparaat
Team 1	Dierenrijk	Tom Marlies	Sprinkhaan Mossel
Team 2	Dierenrijk	Cees Mirjam	Garnaal Pijlinktvis
Team 3	Schimmelrijk	Jennifer Els	Steeltjeszwam Zygomycota
Team 4	Plantenrijk	Ron Bart	Bekermos Takwier
Team 5	Plantenrijk	Stella Loes	Paraplutjesmos Varen

Volgens de jigsawmethode werden de teams vanaf les 4 verdeeld over twee groepen. Hierdoor hadden de leerlingen expertises in verschillende taxa tijdens de ecologische activiteiten en de discussies die in die context over het concept biodiversiteit ontstonden.

Het scenario werd voorafgaand aan de lessenreeks met de docent besproken. Daardoor konden het practicum en de toets in de lessenreeks worden ingepast. Het scenario bestond uit een overzicht van de OLS en de lessenreeks, met een docentenhandleiding waarin werd toegelicht hoe de OLA's zouden moeten worden uitgevoerd en waar de accenten lagen voor het ontwikkelen van de OLS. Vanuit de OLS werd in het scenario verklaard waarom de OLA's op de aangegeven manier moesten worden uitgevoerd. De docent was zeer te spreken over de structuur van de geplande lessenreeks en de verwachte ontwikkeling van het concept biodiversiteit. Door de terminologie was het theoretische gedeelte voor de docent echter minder toegankelijk.

6.3.3 Dataverzameling in de tweede ronde

In de tweede casestudie werd de lessenreeks uitgevoerd met een groep van tien leerlingen in 6 vwo van de SG Huizermaat. De Huizermaat is een rustige school met een regionale functie. De school telt iets meer dan duizend leerlingen en vormt een afspiegeling van de bevolking van Huizen en de Gooise regio. De docent is midden veertig en zeer ervaren in het lesgeven aan examenklassen. Hij ontwikkelt veel lesmateriaal zelf. Hij is auteur van het originele practicummateriaal dat voor deze casestudie wordt gebruikt. Zie verder Tabel 2.3 voor een overzicht van de scholen waar de casestudies werden uitgevoerd.

In hoofdstuk 2 is toegelicht hoe in de eerste casestudie met twee groepsopnamen en één docentenopname zoveel mogelijk van de dialoog op audio-opnamen werd vastgelegd, en zoveel mogelijk van de onderwijsleeractiviteiten werd geobserveerd. In de tweede casestudie was er slechts één observant aanwezig. Er waren daardoor ook minder handen beschikbaar voor het maken van de audio-opnamen. Op grond van de ervaringen in de eerste casestudie is echter toch gewerkt met drie recorders per les, om zoveel mogelijk groepswork, klassengesprekken en uitleg van de docent vast te kunnen leggen.

In de eerste casestudie is de herkomst van protocolfragmenten aangegeven met 'G1' voor de geluidsopnames van groep 1 en 'G2' voor de geluidsopnames van groep 2 en 'K' voor de klassikale opnames. In les 1 t/m 3 is gewerkt in 'teams' van twee leerlingen, in totaal vijf teams (zie Tabel 6.5 hierboven). Hierdoor konden niet van alle teams audio-opnamen worden vastgelegd en moest een keuze worden gemaakt. Daarna is volgens de jigsawmethode gewisseld van groepssamenstelling en verder gewerkt in twee groepen van vijf leerlingen. Vanaf dat moment kon de dialoog in beide groepen worden vastgelegd. Door de geringe grootte van de klas overlaptten de opnamen van de vijftallen zelfs regelmatig met de opnamen van de docent. Als experiment met dataverzameling heeft één team van twee leerlingen, Mirjam en Cees, een bandrecorder mee naar huis gekregen, om thuis opnamen van gezamenlijk huiswerk te maken. Het duo heeft opnamen gemaakt waarvan protocolfragmenten waardevol zijn gebleken bij de analyse. Enkele fragmenten uit de huiswerkopnamen zijn gebruikt in § 6.4 ter illustratie van de evaluatie van OLS 2.

Het duo Mirjam en Cees is doorlopend gevolgd. Van deze leerlingen zijn de onderwijsleeractiviteiten stap voor stap analyseerbaar. Als vergelijkingsmateriaal waren er voor de analyse steeds protocolfragmenten van andere leerlingen beschikbaar. Verder is de begeleiding van de docent goed te volgen, doordat op alle banden ook steeds de uitleg van de docent is opgenomen. Om de vergelijking van de protocolfragmenten met OLS 2 te vereenvoudigen, zijn naast de codering van de protocolfragmenten tevens de nummers aangegeven van de betreffende onderwijsleeractiviteiten. In de eerste casestudie was dit minder relevant, omdat het geplande curriculum veel meer dan in de tweede casestudie verschilde van het uitgevoerde curriculum.

6.4 Tweede casestudie: evaluatie van OLS 2

De evaluatie van OLS 2 bestaat uit twee delen, namelijk de evaluatie van de uitvoerbaarheid en de effectiviteit van de lessenreeks (§ 6.4.1) en de analyse van de toetsresultaten (§ 6.4.2).

6.4.1 De lessenreeks

In deze paragraaf wordt de evaluatie van OLS 2 geïllustreerd en toegelicht aan de hand van fragmenten van dialogen uit de lessenreeks. In chronologische volgorde wordt het leren recontextualiseren en wendbaar hanteren van het concept biodiversiteit gevolgd. De genomen stappen in de OLS worden steeds aangegeven. De fragmenten zijn geselecteerd na de analyse van alle transcripties van de audio-opnamen. Bij de selectie is gelet op de transparantie en de illustratieve waarde van de fragmenten voor de OLA's. De wijze van presenteren van de tweede casestudie is gelijk aan de presentatie van de eerste casestudie in hoofdstuk 4. De fasering van het ontwikkelingsonderzoek is verder toegelicht in hoofdstuk 2, evenals de relatie tussen casestudiegegevens en conclusies over OLA's, aanpassingen aan de OLS versies en de OC's.

Les 1

Les 1 en 2 van de tweede lessenreeks staan in het teken van een practicum diermorfologie. De docent heeft in de les voorafgaand aan les 1 van de lessenreeks de examenstof taxonomie herhaald. Practicum en toets maken deel uit van het schoolexamen (SE). Het practicum vormt het eerste deel van het tweede schoolonderzoek biologie van het examenjaar, de toets aan het

eind van de lessenreeks is deel 2 van hetzelfde schoolonderzoek. De docent heeft de werkbladen voor het practicum ontwikkeld. Er zijn tien verschillende werkbladen en preparaten (zie Tabel 6.5, § 6.3.2 voor verdeling over de leerlingen). Ter voorbereiding op het practicum krijgen de leerlingen op een werkblad vragen over hun preparaten, met de opdracht daar samen over na te denken. In les 1 bestuderen de leerlingen de preparaten die zij in les 2 gaan ontleden. Ter voorbereiding op het practicum vindt een klassengesprek plaats over kenmerken van soorten en taxonomische verscheidenheid. De verwachting is dat de leerlingen vragen gaan stellen over kenmerken waarmee de grote verscheidenheid aan soorten naar verwantschap kan worden geordend. Door de organismen voor het practicum van te voren te bekijken, kunnen de leerlingen zich alvast oriënteren op de kenmerken die zij de volgende les in hun tekeningen moeten weergeven. Op werkbladen worden hulpvragen gegeven⁶. De verwachting is dat de leerlingen hierdoor tijdens het practicum nauwkeuriger waarnemen en daardoor nauwkeuriger tekeningen en bijschriften maken. In les 1 wordt in een klassengesprek (OLA 2.1) de eerste stap in de probleemstructuur gezet (zie Tabel 6.2). De docent bevraagt de leerlingen klassikaal over het concept biodiversiteit. Daardoor activeert hij hun voorkennis van het concept. Het antwoord op de vraag wat het concept biodiversiteit betekent is voor OLA 2.1 nog relatief eenvoudig: het concept biodiversiteit betekent verscheidenheid in de levende natuur (zie Tabel 6.4). Deze betekenis past in context C 2.1 en C 2.2, OLA 2.1 t/m 2.5, de taxonomische activiteiten van les 1 en 2. Het onderstaande fragment laat zien hoe de leerlingen reageren op de vragen van de docent.

[2:1.B9.1]’ OLA 2.1

- Docent: Noem eens een plek waar jij een grote biodiversiteit denkt aan te treffen.
- Jennifer: De sloot.
- Docent: Wat ga je dan aantreffen? Ik bedoel, jij loopt daar met je moeder: “Kijk mam, een sloot, dit is nou een typisch voorbeeld van een ecosysteem waar een grote biodiversiteit voorkomt.” Nou, je moeder natuurlijk direct onder de indruk van de vele moeilijke woorden die jij in één zin gebruikt, maar nu ga je het uitleggen. “Kijk mam, want...” En wat zeg je dan?
- Jennifer: Verschillende soorten planten.
- Docent: Ja?
- Jennifer: Verschillende soorten vissen, dieren.
- Docent: Ja, er zijn verschillende vertegenwoordigers van verschillende Rijken aan te wijzen. En dan? Ik bedoel wanneer is de biodiversiteit groot?
- Mirjam: Climaxstadium...
- Jennifer: Veel...
- Docent: Ja, daar gaat het dus om.
- Jennifer: Veel van een bepaald Rijk. Het aantal, of zo.
- Docent: En als ik hartstikke veel individuen van een soort zie?
- Mirjam: Nee dat is geen biodiversiteit.
- Jennifer: Dan is de biodiversiteit niet groot.
- Docent: Merk je wel dat je weer een bijdrage levert aan het concept biodiversiteit? Je gaat dus niet direct af op het aantal individuen.
- Jennifer: Maar er staat toch: “verschillende”...
- Mirjam: Ja.
- Docent: Het moeten wel verschillende zijn. Verschillende soorten.
- Mirjam: Dat hebben we toch al?
- Cees: Ja.

⁶ Lesmateriaal: <http://www.fisme.science.uu.nl/publicaties/proefschriftaanvanweelie/inhoud.html>
⁷ 2:1 = tweede lessenreeks, les 1, B9 = bron: band 9, 1 = protocolfragment volgnummer 1.

Leerlingen spreken hun taxonomische kennis aan, “Rijken” (docent) is bekend, en hun ecologische kennis, “climaxstadium” (Mirjam). De docent laat in dit fragment [2:1.B9.1] zien wat er van de leerlingen verwacht wordt ten aanzien van het concept biodiversiteit. Hij benoemt het niet zo, maar hij laat de leerlingen het concept biodiversiteit recontextualiseren door vragen te stellen over het concept biodiversiteit en benadrukt dat Jennifer een “bijdrage levert aan het concept biodiversiteit”. Door de vragen van de docent komen in het eerste klassengesprek van de lessenreeks (OLA 2.1) twee concepten van biodiversiteit aan de orde, het concept biodiversiteit als aantal soorten in een bepaald gebied, in dit voorbeeld een sloot, en het concept biodiversiteit inclusief het aantal individuen per soort. In hoofdstuk 3 en in Tabel 6.4 hierboven worden deze concepten respectievelijk omschreven als soortenrijkdom en abundantie. In deze fase van de ontwikkeling van het concept biodiversiteit vinden Mirjam en Jennifer het aantal individuen per soort niet relevant voor het concept biodiversiteit.

Les 1 verloopt zoals gepland. De leerlingen bestuderen hun preparaten en werken de soortkenmerken van hun specimen uit op het werkblad van Opdracht 1 (OLA 2.2). In het klassikale gesprek waarmee de docent de les afsluit (OLA 2.3), worden de antwoorden van de leerlingen op de werkbladen samengevat in een kenmerkschema op het bord. Dit schema blijft op het bord staan tot de volgende les. De docent gaat in het gesprek niet opnieuw in op het concept biodiversiteit.

Les 2

Deze les wordt besteed aan het practicum (OLA 2.4), zoals gepland. Een beschrijving van het practicum is gepubliceerd in Van Weelie, Damoiseaux & Van Straaten (2000). De leerlingen zijn geconcentreerd aan het werk, maken tekeningen van hun preparaten en vullen de werkbladen van Opdracht 2 in. De beschikbare 150 minuten worden vrijwel volledig besteed aan het practicum. In de tijd die over is voor het geplande onderwijsleergesprek (OLA 2.5) wordt het kenmerkschema van de vorige les, dat nog op het bord staat, niet meer aangepast. Het kenmerkschema wordt in deze les niet in verband gebracht met het concept biodiversiteit.

Les 3

Aan het begin van les 3 is opnieuw een onderwijsleergesprek gepland (OLA 2.6). Het practicum van de vorige les wordt besproken. De docent uit zijn tevredenheid over de tekeningen die de leerlingen van hun preparaten hebben gemaakt. Dan geeft de docent de teams opdracht om over een omschrijving van het concept biodiversiteit binnen hun Rijk na te denken.

[2:3.B14.2] OLA 2.6

Onderwijsleergesprek naar aanleiding van het practicum

Docent: De vraag is: geef een beschrijving van de verscheidenheid van jouw Rijk. Nou moeten de teams zo meteen even bij elkaar gaan zitten. Je gaat op grond van de informatie die je nu hebt – je krijgt van mij het overzicht van de tabel die op het bord gestaan heeft – op grond van die informatie ga je een omschrijving geven in jouw team. Dus zonder overleg met de andere teams, over biodiversiteit. Wat is dat? Wat versta jij eronder? Welke omschrijving zou jij geven van biodiversiteit? Is die opdracht helder?

Het overleg in teams wordt door de docent ingepast in OLA 2.6, dat volgens de planning een klassengesprek zou zijn. De docent bewaakt dat de teams verschillende definities van het concept biodiversiteit formuleren.

[2:3.B14.3] OLA 2.6

- Mirjam: [In overleg met teamgenoot Cees.] Op de anatomische dingen moeten we letten, niet op het gedrag of zo, dat hij [de garnaal van Cees] in het zand gaat zitten.
- Docent: Even centraal, we hebben nu de discussie [OLA 2.6]. Ik wil de definities van biodiversiteit die nu geformuleerd zijn. En ook al zijn ze nog een beetje lang dat maakt niet uit, die wil ik nu graag hebben.
- Marlies: Het aantal verschillende soorten die voorkomen in een ecosysteem, en er is een grote biodiversiteit als er meer verschillen en overeenkomsten zijn in een ecosysteem.
- Docent: Het is groter naarmate..?
- Marlies: ...er meer verschillen dan overeenkomsten zijn...
- Docent: [schrijft de definitie op het bord]
- Mirjam: Is het een definitie?
- Cees: Ik dacht dat wij ons op ons rijk moesten toespitsen.
- Mirjam: Dat dacht ik ook ja.
- Docent: Ik weet niet of jullie merken wat er gebeurt, maar naarmate er meer op het bord komt neemt de discussie in de teams ook toe. Betekent dat dat jullie, de teams, op grond van wat hier staat al aanpassingen aan het maken zijn van jullie eigen definitie?
- Els: Natuurlijk.
- Docent: Dat heb ik liever even niet. Dan heb ik nog even liever nog dat je je oude definitie houdt en dat we daarna de discussie aangaan. Want anders heb ik straks al een eenheidsworst.

Uit de protocollen blijkt dat de teams geen definities van het concept biodiversiteit formuleren die specifiek zijn voor hun Rijk. De kenmerkentabel die op het bord stond in les 1 en les 2 is in les 3 op papier uitgedeeld, maar in de definities die in de protocollen worden geformuleerd is niet terug te vinden dat de kenmerken worden gebruikt bij het formuleren van definities van het concept biodiversiteit. De leerlingen noteren geen definities, omdat de opdrachten daar te weinig aanleiding voor geven. Daardoor zijn er voor deze waarneming geen bronnen voor triangulatie beschikbaar. In het bovenstaande fragment van het eerste klassengesprek van les 3 (OLA 2.6) is te zien dat het eerste team dat zijn definitie klassikaal deelt de formulering 'aantal verschillende soorten' gebruikt en zich dus niet perse beperkt tot zijn eigen Rijk. De andere teams zoeken naar aansluiting bij de definitie van het eerste team. Hierdoor wordt een eerste gezamenlijke versie van de werkdefinitie van het concept biodiversiteit geformuleerd.

Deze stap komt eerder dan in de OLS is gepland (OLA 2.8, na de tekstopdrachten van Opdracht 3, OLA 2.7). Er worden geen Rijk-specifieke definities geformuleerd. Het uitblijven van dit verwachte resultaat staat in les 3 een levendig klassengesprek over het concept biodiversiteit echter niet in de weg. Leerlingen delen in dit klassengesprek hun inzichten en nemen inzichten van elkaar over. Hierbij gebruiken zij hun voorkennis op het gebied van ecologie, waardoor er geen Rijk-specifieke definities van het concept biodiversiteit worden geformuleerd. De leerlingen formuleren definities met de component 'soortenrijkdom'. In vergelijking tot de geplande conceptuele structuur slaan zij het concept verscheidenheid over. Na OLA 2.1 t/m OLA 2.6 heeft het concept biodiversiteit de betekenis 'soortenrijkdom in een ecosysteem' gekregen.

Fragment [2:3.B14.4] hieronder is een fragment uit het vervolg van het klassengesprek (OLA 2.6), nadat binnen de teams overleg is geweest over hun omschrijving van het concept biodiversiteit. In dit fragment introduceert de docent de nieuwe context: de NAM heeft plannen om de gaswinning in het Waddengebied uit te breiden. Hij presenteert in het volgende fragment het concept biodiversiteit als een instrument om de gevolgen van de nieuwe gaswinning voor de natuur te monitoren.

[2:3.B14.4] OLA 2.6

Onderwijsleergesprek naar aanleiding van het practicum (vervolg).

- Docent: Waar we mee bezig zijn is om het instrument biodiversiteit zo precies te omschrijven dat bij de dingen die wij beslissen over de gaswinning in de Waddenzee niet aangevallen kunnen worden door buitenstaanders op het feit dat wij een ondeugdelijk instrument hanteren.
- Cees: Mja.
- Docent: Dat is wat ik wil, het mag niet zo zijn dat straks iemand tegen jou zegt. Ja Cees, dat is allemaal wel leuk en aardig, dat jij nu zegt “de biodiversiteit is 85”, maar ik zeg dat het 123 is. Nee, kan jij dan vervolgens zeggen, want kijk eens, dit is mijn instrument. Bijvoorbeeld wat Tom zegt, als het gaat over biodiversiteit dan moet je wel rekening houden met het feit dat je de grootte van het gebied meeneemt in je instrument.
- Cees: Ja.
- Docent: Dat je niet zegt dat de biodiversiteit, dat dat onafhankelijk is van de grootte...
- Cees: Maar we hebben het toch over de Waddenzee, dan is toch geen vraag..?
- Docent: Nee maar straks heb ik het over houtkap in Brazilië of over de korenwolf in Zuid-Limburg, of wat dan ook. Het moet wel een universeel instrument zijn.

Na het klassengesprek wordt tijdens les 3 aandacht besteed aan Opdracht 3. De teams krijgen verschillende teksten met de opdracht een definitie van het concept biodiversiteit te formuleren die de leerlingen bij de gelezen tekst vinden passen, en deze definitie te vergelijken met de definitie die het team al had geformuleerd. De definities van de teams staan op het bord.

[2:3.L.5] OLA 2.7 Lesmateriaal: Opdracht 3.

Geef na het doornemen van het materiaal een omschrijving van de betekenis van het begrip ‘biodiversiteit’ die je hierbij vindt passen.

Vergelijk de nieuwe omschrijving met jullie omschrijving van ‘biodiversiteit’. Schrijf deze voor alle duidelijkheid onder het antwoord op de vorige vraag. Wat valt je op?

Het “materiaal” dat wordt genoemd in fragment [2:3.L.5] is voor elk team een andere tekst. Tijdens de analyse van het concept biodiversiteit in de oriënterende fase van het onderzoek (zie hoofdstuk 3) zijn krantenknipsels verzameld die verschillende onderdelen van de werkdefinitie belichten. Dit kunnen een of meer onderdelen zijn, in sommige teksten wordt het concept biodiversiteit conform de werkdefinitie omschreven. Voor Opdracht 3 zijn uit deze verzameling knipsels juist teksten geselecteerd die eenzijdig een specifiek onderdeel van de werkdefinitie belichten. Verwacht werd dat de teams ten eerste hun ‘oude’ definitie zouden moeten herzien en ten tweede aanvullingen voor hun eigen definitie zouden vinden bij de andere teams. In fragment [2:3.L.6] is een de teksten van Opdracht 3 weergegeven.

[2:3.L.6] OLA 2.7 Lesmateriaal: Opdracht 3.***Nederland heeft veel natuur***

UTRECHT (ANP) - Weinig natuur in het dichtbevolkte Nederland? Volgens het Centrum voor Landbouw en Milieu (CLM) valt dat reuze mee. Nederland prijkt namelijk op de derde plaats in een onderzoek van CLM naar het oppervlakte beschermd natuurgebied in twintig welvarende, niet-tropische landen. Getoetst aan internationale criteria bestaat 10,5 procent van Nederland uit natuurgebied. Dat is iets meer dan de wenselijk geachte norm. Van de onderzochte landen gaan alleen Denemarken (27,9 procent) en de Verenigde Staten (12,7 procent) Nederland voor. België is met 0,5 procent beschermd natuurgebied hekkensluiter van de lijst met twintig landen. Vooral de Waddenzee en Oosterschelde zijn verantwoordelijk voor de gunstige Nederlandse score. Die buiten beschouwing gelaten, bedraagt het percentage natuurgebied 6,9 procent. In de categorie beschermd cultuurlandschap scoort Nederland slecht. Volgens CLM beschikt Nederland er nauwelijks over. Weliswaar kent ons land sinds 1995 elf waardevolle cultuurlandschappen, variërend van Waterland tot de Veluwe, maar de beschermde status van die gebieden loopt in 2001 af. Duitsland is koploper met 25,3

procent beschermd cultuurlandschap, voor Oostenrijk met 19,7. Overigens is de Nederlandse afdeling van het Wereldnatuurfonds aanmerkelijk minder positief over de stand van de natuur. “Nog ieder jaar is er sprake van verlies aan biodiversiteit, een verlies aan planten- en diersoorten”, aldus het WNF in een verklaring. Wel erkent de organisatie dat het totale natuurareaal niet meer inkrimpt in Nederland, zoals vroeger. Maar daarmee is niet gezegd dat het zo blijft waarschuwt WNF, want allerlei grote bouwoperaties kunnen ten koste gaan van bos, heide en ander groen. “Denk aan de plannen van het huidige kabinet voor grote infrastructuurprojecten om Nederland klaar te stomen voor de volgende eeuw, in de vorm van spoorlijnen autowegen, VINEX-locaties, etc.” – Nieuwsbericht. Bron: ANP 23 december 1998⁸.

In de tekst ‘Nederland heeft veel natuur’ staat het onderdeel ‘biologische eenheden’ (B) van de werkdefinitie centraal. Verlies aan biodiversiteit betekent in deze tekst het verlies aan planten- en diersoorten. De verwachting was dat andere teksten zouden leiden tot andere accenten in de omschrijvingen van het concept biodiversiteit van leerlingen. De bedoeling van OLS 2 was dat de onderdelen van de werkdefinitie, per duo herontdekt in OLA 2.7, ondersteund door OLA 2.8 en 2.9, in het overleg van de adviescommissies (OLS 2.10) bij elkaar zouden komen, als de stukken van een legpuzzel.

Het volgende fragmenten [2:3.B15.7] illustreert hoe de onderdelen van de werkdefinitie naar aanleiding van de teksten (OLA 2.7) klassikaal aan de orde komen (OLA 2.8). In dit fragment is Stella [L₃] van Team 5 het meest aan het woord. Team 5 heeft bovenstaande tekst ‘Nederland heeft veel natuur’ gelezen. Stella en Loes gebruiken de tekst inderdaad om hun definitie van het concept biodiversiteit aan te passen. Uit de protocollen blijkt dat de tekst Stella en Loes op twee ideeën brengt. Ten eerste: om iets over biodiversiteit te zeggen moet het over een bepaald gebied gaan. Ten tweede: met ‘gebied’ in de definitie is het mogelijk om de biodiversiteit van landen te vergelijken.

[2:3.B15.7] OLA 2.8

- Tom: Waar je ook rekening mee moet houden is de tijdsduur waarin je telt. Als je drie uur telt of 24 uur telt, en de periode van het jaar waarin je telt.
- Stella: Dan ga je er al over praten wat je gaat zitten tellen.
- Tom: Maar je moet toch ook tellen. Je moet toch het aantal verschillen tellen?
- Stella: Eerst begon je [= docent] er over dat het wel algemeen moet, maar nu moet het wel weer te maken hebben met de Waddenzee, maar dan weer niet zo dat het alleen maar...
- Docent: Nee, voor de begripsbepaling dan nog een keer. Ik kan me voorstellen dat het lastig is. Wat ik wil is dat je het concept biodiversiteit in kunt brengen als een beslissingscriterium, als een instrument bij het bepalen van de waarde van een gebied. En dus ook bij het bepalen van de ‘positiviteit’ of de ‘negativiteit’, als ik het zo mag zeggen, van de ingrepen die je in een bepaald gebied gaat doen. Daarvoor moet je dus wel heel erg goed op de hoogte zijn van wat biodiversiteit inhoudt. Je moet weten dat het gaat om het aantal verschillende organismen, hebben wij al gezegd. Daarbij moet je rekening houden met het feit dat de grootte van het gebied een rol zou kunnen spelen. En dat de tijd van het jaar bijvoorbeeld wel eens een heel belangrijke rol zou kunnen spelen en dat je waarnemingsperiode, wat Tom zegt, wel eens een heel belangrijke rol zou kunnen spelen. Als ik een uur zit te tellen of als ik een half jaar zit te tellen, dat maakt uit.
- Bart: Dat is alleen als je biodiversiteit gaat vergelijken, met twee gebieden.

8 Gekopieerd van de website *InterWad*: <http://www.interwad.nl>

Het lezen van de teksten verloopt wat rommelig. Uit de protocollen blijkt dat er vluchtig wordt gelezen. De leerlingen blijven voortdurend met elkaar in gesprek. De leerlingen willen hun inzichten graag delen met de andere teams.

Aanpassingen aan de definities van het concept biodiversiteit worden in de vorm van nieuwe definities vastgelegd. Hoewel de leerlingen het concept biodiversiteit meerder malen opnieuw moeten definiëren, weten zij dat zij steeds een nieuwe stap zetten en niet steeds precies hetzelfde doen. In de eerste casestudie hadden de leerlingen al snel een gevoel van herhaling. Mogelijk is dit verschil toe te schrijven aan het verschil in bagage tussen 6 vwo- en 4 vwo-leerlingen. Voor een nieuwe of bredere taak is een nieuwe of bredere definitie nodig. De leerlingen accepteren de gedachtegang van de docent dat een definitie geformuleerd moet worden die bruikbaar is voor het beargumenteren van hun advies over gasboringen in de Waddenzee. In de tweede casestudie blijkt uit de dialogen dat leerlingen het concept biodiversiteit recontextualiseren aan de hand van de opdrachten. De opbouw van eenvoudige concepten van biodiversiteit naar de complexere werkdefinitie is toegepast in de selectie van teksten. Uit fragmenten uit de klassikale discussie (OLA 2.8) die volgt op het lezen van de teksten in duo's (OLA 2.7, Opdracht 3) blijkt dat de onderdelen van de werkdefinitie inderdaad eerste afzonderlijk worden besproken, voordat de complete werkdefinitie aan de orde komt. In fragment [2:3.B14.8] hieronder wordt bijvoorbeeld besproken of een definitie met 'gebied' bruikbaar is dan een definitie met 'ecosysteem' in plaats van 'gebied'. Dit onderdeel van de werkdefinitie – let wel, zonder dat de werkdefinitie is geïntroduceerd zoals in OLS 1 – wordt geïsoleerd van de andere onderdelen besproken. De leerlingen herontdekken, geleid door de opdrachten en de docent, een deel van de werkdefinitie.

[2:3.B14.8] OLA 2.8

Docent bespreekt Opdracht 3. Uit de bespreking blijkt dat Stella en Loes de component "ruimte" in hun definitie hebben opgenomen ter vervanging van "ecosysteem".

Docent: Finished?

Stella: Ja.

Docent: Moet ik hier iets veranderen? [*wijst op de definitie op het bord*]

Stella: We hebben nu niet: "in een ecosysteem," maar: "in een gebied". In dat artikel gaat het over een gebied, een land.

Docent: Wat is het verschil als ik vragen mag?

Stella: Een gebied is meer een land en een land is niet echt een ecosysteem.

Docent: Kun je ze op de een of andere manier onder een gelijke noemer brengen? Of is het zinloos om dat te proberen?

Stella: Gewoon een gebied of grens.

Docent: Nou ga ik weer terug naar ons voorbeeld. De Waddenzee. Hoe noem je dat dan in jouw redenering, is dat een gebied of een ecosysteem?

Stella: Een gebied.

Docent: Dat is een gebied.

Stella: Nou, het ligt eraan met welke kenmerken je het doet. Als je het per land gaat bekijken dan is het geen ecosysteem.

Docent: Maar wat noem je per land? Per nationale grenzen?

Stella: Zoiets ja, er kunnen verschillende ecosystemen in voorkomen. Dus niet één grens.

Docent: Is het wezenlijk voor jou definitie van biodiversiteit of daar gebied of ecosysteem staat?

Stella: Nee, het ligt eraan of...

Docent: Vertel.

Stella: Als je per land gaat kijken en dan verschillen gaat zoeken. Dan is het toch wel handig als je kijkt naar het gebied.

- Leerling: Gebied is wel ruim.
Tom: Je moet het gebied wel dezelfde maten geven.
Stella: Waarom?
Tom: Omdat je een gebied van 14 km² niet mag vergelijken met een gebied van 1 km², omdat er veel meer verschil is.
Stella: Nee, maar landen vergelijk je wel!
Cees: Ja, maar..
Tom: Tenzij je het gaat indelen naar een gelijke...
Stella: Maar een ecosysteem is ook nooit gelijk.

De leerlingen, met name Stella en Tom, zijn hier in gesprek over de definitie van het concept biodiversiteit in de betekenis van bruikbare index. Het vergelijken van de biodiversiteit van twee landen is de context. De vraag is welke van de twee definities, namelijk 'aantal soorten per gebied' of 'aantal soorten in een ecosysteem', in deze context bruikbaar is. Stella verkiest voor dit doel 'gebied' boven 'ecosysteem' en kan dit beargumenteren. Tom vult Stella aan en komt dichtbij een definitie als 'aantal soorten per km² in een bepaald gebied', omdat hij vindt dat het vergelijken van de biodiversiteit van twee gebieden die verschillen van oppervlakte "niet mag". De docent stuurt het gesprek met vragen, maar is minder aan het woord dan in het klassengesprek in les 1 (OLA 2.1). De leerlingen nemen actiever deel en dragen meer bij aan het gesprek over het concept biodiversiteit. De leerlingen vragen elkaar om toelichting.

Huiswerk

Het hierna volgende fragment [2:hw.B17.9] laat zien hoe de in les 3 gestarte dialoog over de onderdelen van de werkdefinitie zich voortzet in het huiswerk dat Cees en Mirjam samen maken (OLA 2.9).

[2:hw.B17.9] OLA 2.9

Discussie tussen Cees en Mirjam tijdens het maken van het huiswerk voor les 4.

- Mirjam: [Leest voor:] "Wat is volgens jullie biodiversiteit?" Die hebben we al een keer gedaan. Vind jij niet dat het een grootheid is? We hadden het er vandaag op school over dat het een grootheid is die je kan uitdrukken in getallen, dus laat ik het maar even opschrijven.
Cees: Het is zeker geen eenheid, want ik kan niet zeggen: "er is zoveel biodiversiteit".
Mirjam: Nee, oké, maar sommigen ontkennen dat het een grootheid is.
Cees: Stella?
Mirjam: Ja... dat denken sommigen toch? Die denken dat het een vaag "eenhoornbegrip" is - wat ik hier las.
Cees: Nou, dan zeg je dát gewoon.
Mirjam: Oké. Biodiversiteit is een grootheid die de...
Cees: Dat wat hier wordt beschreven. Die het aantal verschillende kenmerken tussen verschillende organismen...
Mirjam: Nee, die het aantal verschillende organismen in een bepaald gebied aangeeft.
Cees: Kenmerken toch gewoon?
Mirjam: Nee, die het aantal organismen die in kenmerken verschillen... Of ben je het daar niet mee eens?

De leerlingen lezen delen van de teksten uit de bronnenbundel op de momenten dat hun gesprek vastloopt. De teksten worden niet nauwkeurig gelezen, maar "gescand" op nieuwe ideeën.

De bedoeling van OLA 2.9 is dat de leerlingen tijdens het huiswerk de laatste stap in de richting van de algemene werkdefinitie zetten. Naar verwachting komen de onderdelen van de werkdefinitie nogmaals aan de orde: 'aantal soorten, ecosystemen, of andere eenheden', 'aantal individuele organismen per soort, abundantie', 'ruimte, gebied' en 'tijd, periode'. Het is de bedoeling dat de leerlingen deze onderdelen als een samenhangend geheel gaan zien, zonder dat de complete werkdefinitie is geïntroduceerd. Dat wil zeggen, leerlingen ontwikkelen naar verwachting de werkdefinitie stap voor stap door het concept in verschillende contexten te recontextualiseren. Tegelijkertijd leren zij waarom het nuttig is om de definitie van het concept biodiversiteit aan te passen als de activiteit daarom vraagt.

Het volgende fragment [2:hw.B17.10] illustreert hoe Cees en Mirjam nadenken over de vraag hoe biodiversiteit kan worden waargenomen en gemeten. Wat moet worden geteld en hoe moet worden geteld? Daarbij komen de onderdelen 'aantal soorten' en 'ruimte' aan bod, terwijl 'abundantie' en 'tijd' niet worden genoemd.

[2:hw.B17.10]⁹ OLA 2.9

Reconceptualiseren na de contextwisseling van taxonomie naar ecologie.

- Mirjam: "Hoe kan je dit, de biodiversiteit van jullie Rijk, waarnemen in het Waddengebied?"
 Cees: Ja.
 Mirjam: Ze bedoelen gewoon hoe je het kan waarnemen.
 Cees: Misschien ook een toepassing van ons idee over biodiversiteit. Gewoon om je heen kijken, het water bestuderen, op verschillende niveaus kijken.
 Mirjam: En op anatomische kenmerken letten.
 Cees: Ik denk gewoon op verschillende niveaus een beetje kijken.
 Mirjam: Ja, ik zal het even opschrijven. Dus op verschillende niveaus – land, lucht, water – kijken naar organismen.
 Cees: Water bestuderen en zo, dat moet natuurlijk ook.
 Mirjam: Ja, dat heb ik ook. Water, lucht, land, groen en dan misschien met een microscoop ook.
 Cees: Ja.
 Mirjam: Met behulp van verrekijkers en microscopen.
 Cees: Het komt er natuurlijk op neer dat we straks moeten gaan zeggen: moet je als je onderzoek daarnaar gaan kijken.
 Mirjam: Wacht even. Met behulp van verrekijkers, microscopen, enzovoort. Nou dan kijken we naar anatomische kenmerken, toch?
 Cees: Hoe zou je het precies kunnen meten?
 Mirjam: Oh, dat heb ik hier al opgeschreven. Anatomisch, en gedrag misschien ook, of niet?
 Cees: Nou kijk, in de bronnenbundel staat: "het aantal soorten tellen."
 Mirjam: Ja.
 Cees: Het aantal ecosystemen, elk duidelijk afgebakend gebied. Dus de Waddenzee.
 Mirjam: Gewoon tellen. En dan kan je bijvoorbeeld misschien, net als bij duiven, een kleurtje geven, zodat je weet dat je die al hebt geteld, zodat je niet dubbel telt.

Dankzij het probleem met het tellen van soorten komt 'ruimte' uitgebreid aan de orde. Cees stelt de vraag hoe je biodiversiteit kunt meten. Het is aannemelijk dat hij daarbij steun heeft gehad van de uitleg van de docent. Fragment [2:hw.B17.10] hierboven laat zien dat Cees en Mirjam elkaar aanvullen. Er ontstaat een eerste versie van een definitie die op de werkdefinitie lijkt. Mirjam en Cees blijven een tijd doorpraten, een uur in totaal, en zoeken naar steeds betere

⁹ hw = huiswerk; het huiswerk voor les 4 werd door Cees en Mirjam thuis gemaakt en door henzelf opgenomen, het huiswerk van Tom en Marlies werd door hen op school gemaakt, geluidsopname van de onderzoeker

antwoorden. Uit de dialoog en de tijd die de leerlingen daaraan besteden blijkt hun plezier in het bedenken en formuleren van oplossingen. Door het bespreken van het telprobleem is 'ruimte' in de huiswerkperiode expliciet geworden voor Cees en Mirjam. Zij hebben zich afgevraagd wat er geteld moet worden en hoe. Wat in het gesprek vooral duidelijk is geworden, is waar er geteld moet worden. Het tellen van soorten in de Waddenzee betekent tellen in het water, op het land en in de lucht. Cees en Mirjam hebben hierover nagedacht en gepraat en aan de hand daarvan hun omschrijving van biodiversiteit aangepast.

Tijdens het huiswerk doen Cees en Mirjam een aantal pogingen het concept biodiversiteit te definiëren. De definitie passen zij steeds toe bij het beantwoorden van de vragen die in het gesprek voorbij komen. De definitie wordt aangepast op het moment dat deze niet bruikbaar blijkt. Soms valt de term 'individuele organismen', maar een onderscheid tussen soorten en individuen wordt niet scherp gemaakt. Fragment [2:hw.B17.11] hieronder illustreert dit.

[2:hw.B17.11] OLA 2.9

Het onderdeel 'aantallen individuen per soort' wordt in OLA 2.9 niet opgenomen in de definitie van het concept biodiversiteit.

Mirjam: Tellen...

Cees: Je moet ze niet allemaal gaan tellen.

Mirjam: In een bepaalde tijd.

Cees: Als je de Waddenzee hebt dan haal je er gewoon uit een willekeurige plek een aantal.

Mirjam: Gewoon een monster.

Cees: Je kan niet de hele Waddenzee in een petrischaaltje doen.

Mirjam: Nee je moet gewoon monsters nemen. De verschillende.... organismen. Dus organismen die verschillen in... De verschillende soorten bedoel ik eigenlijk... Dat is eigenlijk bij water toch? Monsters nemen.

Cees: Ja, populaties tellen.

Mirjam: Als je bij grotere... Ja, populaties. En vogels.

Cees: Bij biodiversiteit. Bij biodiversiteit is het niet per definitie dat het in een ecosysteem is.

Mirjam: Hm, ja.

Het gesprek keert terug naar 'ruimte' zonder dat het onderscheid tussen individuen en soorten duidelijker is geworden. Het onderdeel 'aantallen individuen per soort' wordt niet opgenomen in de definitie. Uit het gegeven dat Cees en Mirjam verschillende eenheden noemen, zonder tot een conclusie te komen, valt af te leiden dat zij het verband nog niet zien. Het onderdeel 'verschillende organismen', zoals Mirjam zegt in fragment [2:hw.B17.11] hierboven, werd niet vermeld in hun werkdefinitie op het werkblad van Opdracht 4, omdat Mirjam dat aspect weer vervangt door 'verschillende soorten'. Uit de protocollen blijkt dat alle onderdelen van de definitie van het concept biodiversiteit op het werkblad van Cees en Mirjam onderwerp van gesprek zijn geweest. Sommige onderdelen zijn in het gesprek aan de orde geweest, maar zijn niet in de uiteindelijk op het werkblad geformuleerde definitie van de leerlingen opgenomen. Het onderdeel 'abundantie' is daarvan een voorbeeld.

Tom en Marlies, een van de andere duo's, gaan bij de huiswerkopdracht op een vergelijkbare manier met het onderdeel 'abundantie' om. Zowel Cees en Mirjam als Tom en Marlies noemen terloops 'aantallen individuen per soort'. Het onderdeel wordt geen centraal onderwerp in het gesprek en wordt niet opgenomen in de definitie van het concept biodiversiteit op het werkblad.

[2:hw.B18.12] OLA 2.9

Tom en Marlies ontdekken het onderdeel 'abundantie' tijdens het huiswerk voor Les 4.

- Marlies: Hoe maak je een blok in een zee die je leeg gaat vissen... Want hoe leger zo'n blok wordt hoe meer vissen er weer terugkomen en dan blijf je bezig.
- Tom: Ja, precies. Dat is een probleem. Dat weet ik niet zo een twee drie. Ik denk toch dat je zo iets dergelijks moet zeggen. Of hebben ze...? Nee, ze hebben de zee nog niet gedaan.
- Marlies: Staat er niet iets in de bronnenbundel?
- Tom: Niet echt. Want dan moet je er vervolgens mij toch nog rekening mee houden dat de mogelijkheid bestaat dat je dezelfde dingen telt. Maar je telt niet de hoeveelheid dieren, je telt de hoeveelheid soorten. Dus als je één soort hebt....
- Marlies: Hm, hm.
- Tom: ...dan hoeft je die niet allemaal meer te tellen, want op het moment dat je ergens een soort tegenkomt dan ben je klaar met die soort. Je telt namelijk niet het aantal individuen maar de soorten. En op het moment dat er een vogel overvliegt naar een ander blok, bestaat in dat blok die soort ook.
- Marlies: Dat is eigenlijk heel erg raar.
- Tom: Eigenlijk ben ik het daar mee eens.
- Marlies: Stel dat je in het Waddengebied tweehonderd, ... hoe heten die beesten?
- Tom: Zeehonden.
- Marlies: ...zeehonden hebt, en na het boren heb je er nog één, nou ja...
- Tom: Dan heb je nog steeds zeehonden (lacht). Ja, dat is wel raar ja.
- Marlies: Ja, toch...?
- Tom: Dan moet je dus... waarschijnlijk wel gaan tellen.

In fragment [2:hw.B18.12] hierboven is te zien hoe een onderdeel van de werkdefinitie enige tijd onderwerp van gesprek is. Op die manier worden verschillende elementen van de definitie van het concept biodiversiteit als 'index' geëxploreerd. Onderdelen die een oplossing bieden voor de vragen die de leerlingen stellen, worden in de definitie op het werkblad opgenomen. Er zijn ook onderdelen van de werkdefinitie die de leerlingen wel bespreken, maar niet gebruiken in hun omschrijving van het concept biodiversiteit.

Het huiswerk laat zien hoe leerlingen biodiversiteit recontextualiseren zoals bedoeld in OLA 2.9. Hoewel de duo's Cees en Mirjam en Tom en Marlies slechts kleine aanpassingen doen aan hun definities, denken de leerlingen na over de verschillende onderdelen van een omschrijving van het concept van biodiversiteit, die bruikbaar moet zijn om biodiversiteit te meten. In de nieuwe ecologische context is biodiversiteit een grootheid en de leerlingen denken er over na in welke eenheden biodiversiteit moet worden uitgedrukt en hoe die eenheden kunnen worden geteld. De leerlingen begrijpen dat de eenheden waarin de biodiversiteit wordt uitgedrukt, deel uitmaken van een bruikbare definitie van het concept biodiversiteit.

Les 4

In les 4 gaan de leerlingen in adviescommissies in beraad (zie Tabel 6.6 hieronder). De bedoeling is dat per adviescommissie overeenstemming wordt bereikt over de definitie van het concept biodiversiteit (OLA 2.10).

Tabel 6.6 *Adviescommissies in Les 4 en 5* Weergegeven zijn de groepen na de duo's uit elkaar zijn gegaan en de leerlingen in adviescommissies bij elkaar zijn gaan zitten (jigsawmethode).

	Groep 1	Groep 2
Team 1	Marlies	Tom
Team 2	Cees	Mirjam
Team 3	Els	Jennifer (<i>les 3, 4 en 5 absent</i>)
Team 4	Bart	Ron
Team 5	Loes	Stella

De verwachting is dat de leerlingen verschillende definities hebben op het moment dat zij in groepsverband in gesprek gaan. De vijf leden van een adviescommissie komen immers elk uit een ander team, terwijl de teams binnen de context van het practicum, de taxonomische context, zich in een Rijk hadden gespecialiseerd.

Bij de bespreking van OLA 2.8 en 2.9 hierboven werd duidelijk dat de specialisatie in Rijken van weinig of geen invloed is geweest op de formulering van definities van het concept biodiversiteit. De leerlingen formuleren definities voor alle soorten. Wel verschillen de definities van de duo's van elkaar onder invloed van de verschillende bronnen die de duo's te raadplegen hebben gekregen.

De verschillen tussen de definities van het concept biodiversiteit die de leerlingen toelichten in het groepsoverleg in les 4 vormen een bron van discussie. Een tweede bron van discussie wordt gevormd door de inzichten die leerlingen individueel hebben verworven tijdens de activiteiten in duo's. De leerlingen gebruiken deze inzichten in de vergadering van de adviescommissie.

Fragment [2:4.B20.13] illustreert dit laatste met een inzicht van Els, die concludeert dat de definitie van het concept biodiversiteit kan worden aangepast aan wat je wilt meten.

[2:4.B20.13] OLA 2.10

Els komt tot de conclusie dat de definitie van het concept biodiversiteit afhankelijk is van wat je wilt meten.

Els: Nou ja ik heb het wel iets uitgebreid, maar ik ben er toch achter gekomen dat biodiversiteit een behoorlijk abstract begrip is.

Bart: Els...?

Els: Zeg maar, het is meer een zelf voor net wat je er zegt. Als je het gaat meten dan doe je gewoon dit. Het is een beetje..., je kunt het zelf zo gebruiken zoals jij het in je onderzoekje handig vindt, ja?

Cees: Ja.

De vijf teamvertegenwoordigers in Groep 1 nemen de definities van de verschillende teams door. Fragmenten [2:4.B20.14] en [2:4.B20.15] hieronder illustreren de eerst genoemde bron van discussie, namelijk de verschillen tussen de definities van het concept biodiversiteit. Loes geeft een uitgebreide omschrijving.

[2:4.B20.14] OLA 2.10

Definitie van het concept biodiversiteit van Team 5, door Loes in Groep 1 vertegenwoordigd.

Loes: De verscheidenheid van eigenschappen die voorkomen in een bepaald gebied. Naarmate er meer elementen in dat gebied zijn, is de biodiversiteit groter. Als er meer verschillen dan overeenkomsten zijn tussen de verschillende individuen in het gebied, is de biodiversiteit in dat gebied groot en als je gaat vergelijken moet je een criterium stellen over de grootte van het onderzoekgebied en het aantal verschillende elementen, de tijd dat je gaat tellen, etc.

Ook Bart geeft in fragment [2:4.B20.15] hieronder een definitie van het concept biodiversiteit. Bart legt meer nadruk de het onderdeel 'ruimte' (gebied) dan Loes.

[2:4.B20.15] OLA 2.10

Definitie van het concept biodiversiteit waarin 'ruimte' sterk wordt benadrukt.

Bart: Wij hadden bedacht: "De verschillende soorten organismen binnen een bepaald gebied."

Het team van Bart (Team 4) heeft het onderdeel 'tijd' niet in de definitie opgenomen. Tijdens het doornemen van de definities van het concept biodiversiteit, bespreekt Groep 1 niet uitsluitend definities, maar ook de ecologische context van de opdracht. Fragment [2:4.B20.16] hieronder laat dit zien.

[2:4.B20.16] OLA 2.10

Els: Het is toch gewoon een ingreep in een soort natuurgebied, het is een natuurgebied. Het wordt nu gewoon geëxploiteerd.

Cees: Maar dat wordt het toch sowieso wel. Mensen lopen er toch ook gewoon doorheen.

Els: Maar dat is toch heel wat anders?

Cees: Er varen ook schepen doorheen.

Els: Maar dat vind ik wel, ik vind dat schepen wel een deel is van de natuur.

Loes: Ja? [*lacht*].

Cees: Ik vind dat gas ook een deel is van de natuur.

Bart: Ja, en dat moet er blijven en dan moet je niet pompen.

Els: Ja nou, dat zit daar niet voor niets, wat denk je dat er gaat gebeuren als je daar gaat pompen? Wat komt er uit voor jouw diertje?

Cees: Mijn diertje?

Els: Ja, jouw garnaal. Nou denk je dat die dat leuk vindt?

Cees: Ik denk dat eh... kijk, het grootste probleem is natuurlijk dat de bodem zakt, ja. Het Waddengebied is zo'n uniek gebied omdat het een redelijk ondiepe zee is, dat het zeg maar helemaal droog komt te liggen en [er] daarna weer wat water over heen komt. Er zijn bepaalde dieren die op bepaalde types leven en als het nou zakt door die gasboringen, ja? Dan zijn er misschien minder mosseltjes of minder...

Een mogelijke interpretatie van dit fragment is dat de leerlingen een voorschot nemen op de groepsopdracht die voor les 5 gepland staat, het uitbrengen van een advies over gasboringen op de Wadden. Deze mogelijkheid sluit niet uit dat de leerlingen het bespreken van de context nodig hebben voor het beoordelen van de bruikbaarheid van de verschillende definities. In het fragment hierboven [2:4.B20.16] bepalen de leerlingen waar zij het concept dat zij aan het definiëren zijn voor nodig hebben. Deze koppeling legt Loes even later zelf expliciet. Zij relateert in het volgende fragment [2:4.B20.17] het denken over biodiversiteit in de voorgaande lessen aan het geconstateerde probleem. In het gesprek heeft zij zich tot dit moment op de achtergrond gehouden. Haar beeld van wat er zal gebeuren met het Waddengebied door proefboringen of

gasexploitatie is genuanceerder en minder pessimistisch dan dat van haar groepsgenoten. Met behulp van het concept biodiversiteit verwoordt zij waar het volgens haar om gaat.

[2:4.B20.17] OLA 2.10

- Loes: Ik denk dat het vooral is: wat vind je belangrijker? Of dat dezelfde biodiversiteit blijft bestaan, zeg maar, in dat gebied. Of dat je een andere biodiversiteit zou krijgen.
- Cees: Ja, maar is het, komt er een andere biodiversiteit? Als er een...
- Loes: Er zijn een aantal, er zijn denk ik heel wat dieren en beestjes die daar op ingesteld zijn, dat het even droog ligt omdat ze op dat moment misschien voedsel zoeken of omdat ze...
- Cees: Ja, en ik heb hier eh... even kijken, ik zal even een artikel pakken allemaal, hier jongens!
- Loes: Heel goed Cees.
- Els: Maar heeft het enige gevolgen dat de bodem een beetje zakt?
- Cees: Kijk... (zoekt even). Hier, als alle biologen zeggen dat een millimeter bodemdaling per jaar een veilige en redelijke grens is, dan is het gemakkelijker om op grond daarvan verder te praten.
- Bart: Ja, als ze dat zeggen, maar dat zeggen ze niet.
- Els: Nou, oké, dan praten we daar over verder.

Loes overtuigt de groep. Hoewel de leerlingen elkaars ideeën vaak kritisch benaderen, neemt de groep de vraag van Loes onmiddellijk over. Hebben de gasboringen een daling van de bodem tot gevolg die zo drastisch is dat de biodiversiteit erdoor verandert? De overname van de suggestie van Loes in fragment [2:4.B20.17] hierboven heeft een wending in het groepsgesprek tot gevolg. De leerlingen lijken bedenktijd te nemen. Ze bekijken opnieuw het werkblad. Marlies merkt op: “we moeten even een goede definitie vinden voor biodiversiteit.” Dan passeren de elementen van de werkdefinitie één voor één de revue, maar nu korter en duidelijker.

OLS 2 stuurt op deze wending aan door middel van het lesmateriaal. Echter, dat de leerlingen in deze fase van het gesprek opnieuw met het werkblad aan het werk zouden gaan, was niet voorzien. Een aannemelijke verklaring voor deze wending in het gesprek, is dat de leerlingen op dit moment ontdekken welk probleem er opgelost kan worden met een bruikbare definitie van het concept biodiversiteit. Zij gaan vervolgens aan het werk om uit de beschikbare definities een definitie samen te stellen die bruikbaar is voor het uitbrengen van het advies over gasboringen in het Waddengebied.

Na deze wending ontstaat een episode in de dialoog die belangrijk is voor de ontwikkeling van het concept biodiversiteit door de leerlingen. De leerlingen van Groep 1 proberen nu met behulp van de vijf verschillende definities van het concept biodiversiteit een definitie te formuleren waarin zij zich alle vijf kunnen vinden. De vier onderdelen van de werkdefinitie, die verspreid waren over de definities van de teams, worden hierdoor bij elkaar gebracht. In verkorte vorm worden de stappen herhaald die in de voorafgaande activiteiten zijn genomen. Deze episode begint – na de bijdrage van Loes, zie fragment [2:4.B20.17] hierboven, en diverse aansporingen, zoals die van Marlies – met een opmerking van Els; zie fragment [2:4.B20.18] hieronder.

[2:4.B20.18] OLA 2.10

- Els: Zeg maar, je schrijft het gebied er bij, bijvoorbeeld in een bepaald gebied, maar dan zou ik zeggen in een afgebakend gebied.
- Bart: Afgebakend gebied.
- Els: En niet, zeg maar, in een biotoop.

Fragment [2:4.B20.18] illustreert dat de aandacht verschuift van het presenteren van ieders definities naar de onderdelen van een gezamenlijke definitie. Nadat Els de aandacht heeft gevestigd op het onderdeel 'ruimte', doet zij hetzelfde met 'tijd'. Cees brengt zijn idee over de eenheden van biodiversiteit naar voren. De groep gebruikt in deze fase van het overleg teksten uit de bronnenbundel, zie fragment [2:4.B20.19] hieronder. Hoewel aan de hand daarvan verschillende biologische eenheden worden besproken, ontdekken de leerlingen nog geen verschil tussen het aantal soorten en het aantal individuen per soort.

[2:4.B20.19] OLA 2.10

- Els: De tijd van het jaar heeft ook invloed.
 Cees: Tijd van het jaar... [*bladert en leest voor zichzelf*] Ja, hier: "Biodiversiteit Beschreven".
 Els: Nou dus tijd, periode in het jaar, dat kan dus ook alle nachten zijn.
 Cees: Ja, tijdens een bepaalde periode, maar...
 Els: Eh... het aantal, wat voor een organismen je neemt. Alle neem ik aan, maar het kan ook...
 Cees: Eh... ja, vind ik ook wel goed: "onder welke groepen je kijkt".
 Els: En eh...
 Bart: Onder welke groepen je kijkt?
 Cees: Ja, onder welke groep.
 Loes: Dat vraag ik mee een beetje af. Je...
 Marlies: Je kijkt naar biodiversiteit. Je kijkt naar alle groepen.
 Bart: Alle organismen.
 Cees: Hoeft niet. Hoeft niet. Je kunt kijken bij populaties, genen, je kunt zelfs ecosystemen...
 Bart: Maar wie zegt dat, dat zegt toch niemand?

Het eenhedenprobleem wordt in detail besproken, maar soortenrijkdom wordt niet onderscheiden van abundantie. In fragment [2:4.B20.20] geeft Loes aan dat het geen zin heeft de biodiversiteit binnen een Rijk te meten en dat de specialisatie waarop aangestuurd was, losgelaten moet worden. Het gaat om de biodiversiteit van alle groepen organismen.

[2:4.B20.20] OLA 2.10

- Loes: Maar als je naar biodiversiteit kijkt, denk ik dat je toch wel naar alle groepen moet kijken.
 Els: Ja, alle organismen in een afgebakend gebied in een bepaalde periode van het jaar.
 Loes: Ja.
 Els: Daarvan dan de verschillende.
 Bart: Ja, binnen een bepaalde tijd.
 Els: Verschillende, kenmerkende verschillen eh..., ik weet niet hoe je het wilt formuleren.
 Cees: Jullie vinden dat alle organismen...

De leerlingen vullen elkaar nu in hoog tempo aan. Marlies uit Team 1 maakt de opmerking: "Ik vind dat de tijd erbij moet." En uiteindelijk introduceert Bart uit Team 4, bijgevallen door Cees uit Team 2 'aantallen individuen per soort' in de groep; zie fragment [2:4.B20.21] hieronder.

[2:4.B20.21] OLA 2.10

- Bart: Ik vind ook het aantal [individuen] per soort.
 Cees: Het aantal per soort is ook belangrijk.
 Bart: Het aantal zehonden... (lange stilte) Het hoeft toch niet zo te zijn, dat als je gaat boren dat dan de...
 Cees: Het hoeft toch niet perse in de Waddenzee te zijn? Ja, inderdaad, daar heeft Bart helemaal gelijk in.
 Els: Wat nou weer?

- Cees: Kijk, stel, door die olie gaan bijna alle zeehonden dood. Blijft er nog maar één over. En van elk organisme blijft er nog maar één over, dan kijk je naar het aantal soorten en dan blijft het aantal gelijk.
- Bart: Ja, je moet dus ook het aantal individuen hebben.

Bart en Cees komen tot een besluit. Cees en Mirjam, Team 2, hebben tijdens het huiswerk over het tellen van individuen besproken, maar verwerkten dit niet in hun definitie van het concept biodiversiteit (OLA 2.9, fragmenten 2:hw.B17.9-11). Ook bij Tom en Marlies, Team 1, is tijdens het huiswerk het tellen van individuen aan de orde geweest zonder gevolgen voor de definitie (OLS 2.9, fragment 2:hw.B18.812). Zij gebruikten twee argumenten. Ten eerste, als een individu even belangrijk is als een soort, dan zou je een toevallig overvliegende vogel moeten meetellen. Ten tweede, als het aantal individuen niet uitmaakt en je van alle zeehonden nog één zeehond overhoudt als gevolg van de gasboringen, is de soort er nog steeds en zou er niets aan de biodiversiteit zijn veranderd. Dit argument lijkt sterk op het argument over “olie” (Cees in fragment 2:4.B20.21 hierboven).

Hoewel de definities tijdens het huiswerk op papier niet werden aangepast, nemen Bart en Cees nu wel het besluit dat het aantal individuen in de definitie moet worden opgenomen. De overige drie commissieleden (Els, Loes en Marlies) zijn echter nog niet overtuigd. Met name Loes vindt dat biodiversiteit staat voor het aantal soorten in een bepaald gebied, waarbij de soorten steeds op het zelfde moment in het jaar worden geteld. Els en Marlies zijn geneigd met Loes mee te gaan. In het volgende fragment [2:4.B20.22] gaat het gesprek van de adviescommissie over de vraag hoe de biodiversiteit van het Waddengebied moet worden gemeten om een goed advies te kunnen geven en welke definitie van het concept biodiversiteit bij dit doel past. Het gesprek springt steeds heen en weer tussen het concept biodiversiteit en de onderwijsleercontext, het adviseren over de gevolgen van gasboringen in het Waddengebied op de biodiversiteit.

[2:4.B20.22] OLA 2.10

- Loes: Ik denk dat je nu iets heel anders wilt bekijken dan de biodiversiteit.
- Els: Je hebt het nu niet over aantallen soorten in een gebied, maar over het verschil in hoe ze zijn.
- Marlies: Dus als je wilt kijken of het slecht is voor het Waddengebied, dan...
- Bart: Nee, maar jij hebt toch gezegd van er moet een bepaalde periode in. Nou als je in een bepaalde periode kijkt, nou stel dat je het over een jaar hebt dan heb je in het begin van het jaar vijf soorten dieren aan het eind heb je vijf soorten dieren...
- Loes: Volgens mij bedoelen ze met een periode steeds hetzelfde tijdstip, dus dat je altijd in mei telt, zeg maar.
- Els: Ja, dus als je de volgende keer telt dat je dan niet in augustus telt maar dat alle zeehondjes winterslaap hebben, of zo.
- Loes: Ik denk dat we nu te veel naar iets anders aan het kijken zijn, en niet naar biodiversiteit.
- Bart: Nee, want als de helft van al die zeehonden uitsterven dan kan je voorspellingen doen.
- Loes: Maar dan kijk je naar heel iets anders.
- Bart: Dan kan je een voorspelling doen voor over een jaar later.
- Cees: Ik denk toch dat...
- Bart: Als al die zeehondjes weg zijn dan verandert de biodiversiteit gewoon. Het gaat toch over biodiversiteit?
- Loes: Volgens mij zie je het te ruim, volgens mij hoeft je dat helemaal niet te bekijken.

Er is een meningsverschil over de vraag of het aantal individuen per soort wel (Bart, Cees) of niet (Loes) bij biodiversiteit hoort. Het meningsverschil is te herleiden tot het verschil in voorbereiding in duo's.

In het vorige fragment [2:4.B20.22] concentreerde de discussie zich vooral op het concept biodiversiteit. In het volgende fragment [2:4.B20.23] verschuift de aandacht vooral naar de onderwijsleercontext.

[2:4.B20.23] OLA 2.10

- Marlies: Maar je hoeft niet alleen biodiversiteit te gebruiken om te kijken of het slecht is voor het milieu.
- Bart: Ja, dát is nou het onderzoek.
- Marlies: Nee natuurlijk niet, niet alleen de biodiversiteit.
- Bart: Wel hoor.
- Marlies: Nee!
- Bart: Dat is nu onze opdracht, biodiversiteit in het Waddengebied.
- Marlies: Ja maar jij zegt: "populatiegrootte," dat hoef je er helemaal niet bij te doen, volgens mij.
- Loes: Volgens mij ook niet.
- Els: Nee, want het gaat niet om een soort, het gaat om de biodiversiteit.
- Cees: Ja maar, kijk als je één organisme van een soort hebt...
- Marlies: Ik begrijp het. We...
- Cees: ...en je hebt er [daarna] tien, dan is er toch...
- Els: Dan is er een verschil.
- Loes: Ik snap wel dat jullie daar een verschil in zien, maar volgens mij moet je dat een andere naam geven.

Er is geen eenduidigheid over de aard van het advies dat de commissie moet uitbrengen. De leerlingen hebben te weinig kennis van de handelingspraktijk waarvan de onderwijsleercontext is afgeleid. De leerlingen zijn daardoor min of meer gedwongen om zelf (als groep) de context te reconstrueren waarbinnen zij het concept biodiversiteit moeten gebruiken. De leerlingen slagen hier onvoldoende in, waardoor de component "aantal individuen per soort" (abundantie) in les 4 niet in de definitie wordt opgenomen. Analyse van de audio-opnamen, inclusief de nagesprekken met de docent, wijst op twee oorzaken. Enerzijds is de context van het adviseren over gasboringen te breed. Er komen te veel zaken bij kijken waarvan de leerlingen onvoldoende kennis bezitten en waar binnen het bestek van de lessenreeks ook geen aandacht aan besteed kan worden. De opzet was dat de leeractiviteit van de leerlingen zich zou beperken tot het meten van biodiversiteit, relevant gemaakt in de bredere context van gasboringen in het Waddengebied, maar de bredere context leidt te veel af. Anderzijds vergaren de leerlingen tijdens de lessen en het huiswerk te weinig kennis van de context doordat zij te weinig lezen. Zij bestuderen het bronnenmateriaal te weinig. In les 4 hebben de leerlingen nog onvoldoende begrip van de toepassingen van de definitie van het concept biodiversiteit. Hoewel uit de fragmenten blijkt dat zij het verschil zien tussen aantallen soorten en aantallen individuen per soort, blijft aanpassing van de definitie uit.

Na OLA 2.10 wordt een kort klassikaal gesprek gevoerd tussen de twee adviescommissies, met de docent als gespreksleider (OLA 2.10b). Deze activiteit is niet gepland. Samengevat vraagt de docent naar de definities van de commissies, welke vervolgens worden bediscussieerd. Hieronder volgt een fragment uit dit gesprek.

[2:4.B21.24] OLA 2.10b

- Bart: Als je zegt: Wat is biodiversiteit? Dan zou ik zeggen: het aantal verschillende soorten in een gebied. Maar dit is meer als je een onderzoek zou doen naar de biodiversiteit in het gebied, als je dat onderzoekt.
- Docent: Dus de tweede vraag die Loes net stelde?
- Bart: Ja, als je puur zegt, als je puur zegt wat is biodiversiteit als je het zou opzoeken in het woordenboek dan staat er volgens mij alleen het aantal verschillende organismen.
- Docent: Het woordenboek vinden wij niet meer deskundig genoeg, hè?
- Cees: Maar dit is toch eh...
- Docent: Jullie zijn de deskundigen.
- Bart: Ja, oké, maar dit heeft meer met het onderzoek te maken.
- Cees: Wij hadden gedacht dat dit meer toepasbaar zou zijn voor verschillende onderzoeken. Nou kijk, je kan natuurlijk gaan kijken naar verschillende soorten organismen maar ja je kan ook naar hele andere dingen gaan kijken.

Uit de analyse van dit gesprek blijkt opnieuw dat “abundantie” niet in de definities is opgenomen. Bart noemt in fragment [2:4.B21.24] wel zijn bevinding, die hij eerder beargumenteerde in het overleg met de adviescommissie (groep 1, fragment [2:4.B20.22] hierboven), maar de docent pakt de opmerking niet op.

Na les 4 volgt een nabespreking tussen de onderzoeker en de docent. In dit gesprek wordt opgemerkt dat de definitie van de leerlingen nog niet beantwoordt aan de formule van de werkdefinitie.

[2:4.B21.25]

Nabespreking tussen docent en onderzoeker

- Onderz.: Wat je nou precies moet tellen organismen of soorten, daar zijn ze nog niet helemaal uit gekomen.
- Docent: Nee daar heb ik ook niet meer naar terug gevraagd.
- Onderz.: Het zal toch nog duidelijk moeten worden dat je het aantal soorten kunt tellen en het aantal individuen per soort.
- Docent: Misschien moeten we daar morgen nog even mee starten. Dat het formeel iets strakker moet, in ieder geval de eenheid waar je het over hebt.
- Onderz.: Als we de definitie invullen met aantallen soorten en aantallen individuen per soort...
- Docent: Ja, daar zouden we mee kunnen starten en dan vervolgens moeten zij onderbouwd advies aan de minister uitbrengen.
- Onderz.: Ik maak voor jou een blaadje en voor de leerlingen een blaadje.

De docent en de onderzoeker constateren in de gesprek dat de leerlingen de component ‘abundantie’ niet hebben ontwikkeld. Vervolgens wordt verondersteld dat de leerlingen de volgende groepsopdracht (OLA 2.12) niet kunnen doen zonder de beschikking te hebben over een definitie van het concept biodiversiteit waarin ook abundantie is verwerkt. De docent en de onderzoeker verwachten blijkbaar niet van het teamoverleg in de oorspronkelijke duo’s (OLA 2.11) dat de definitie nog zal worden aangevuld. Daarom wordt naar aanleiding van deze nabespreking in afwijking van het scenario lesmateriaal voorbereid voor de start van les 5. Het lesmateriaal presenteert de definities van de commissies waarmee les 4 was geëindigd en geeft daarnaast een toelichting op de werkdefinitie met hulpvragen voor het definiëren van het concept biodiversiteit. De hulpvragen zijn ontleend aan de definitiemethode (zie hoofdstuk 3 en 4). Bovendien wordt in het lesmateriaal de Simpson index uitgelegd. Het aanvullende lesmateriaal is ingegeven door

de veronderstelling dat de leerlingen de component 'abundantie' ontwikkeld moeten hebben voordat zij in les 5 de volgende stap kunnen zetten.

Les 5

Bij aanvang van les 5 wordt het aanvullende lesmateriaal uitgedeeld. Op aanwijzing van de docent houden de leerlingen eerst vijf minuten teamoverleg. Volgens de opdracht in het oorspronkelijke lesmateriaal (OLA 2.11) brengen de teamleden elkaar op de hoogte van wat er in les 4 in de commissies is besproken. Naar aanleiding daarvan wordt in Team 2 de vraag besproken of een afname van biodiversiteit betekent dat er geen gasboringen mogen plaatsvinden. De definitie van het concept biodiversiteit wordt niet besproken. De leerlingen kijken nog niet naar het nieuwe lesmateriaal. Mirjam en Cees (Team 2) verwoorden in het volgende fragment waarom de discussie in de commissie de vorige les naar hun mening niet productief was.

[2:5.B23.26] OLA 2.11

Team 2

- Cees: Bij ons liep het nogal... Ja, mensen die wilden het aantal organismen gaan tellen of zo, of het aantal soorten.
- Mirjam: Ja.
- Cees: Maar dat wisselde nog een beetje omdat hier ook een aantal leuke definities staan, vind ik tenminste.
- Mirjam: Ja.
- Cees: En dat het niet perse over soorten hoeft te gaan maar biodiversiteit kan ook op ecosystemen slaan, op genen of populaties.
- Mirjam: Hm hm.
- Cees: Over dat Waddengas hebben we ook nog wat gepraat maar dat was gewoon een beetje een discussie, niet echt een probleem.
- Mirjam: Ach ja, ik weet niet hoor. De discussie ging opzicht wel oké, maar niemand had het echt voorbereid of zo, niemand wist er echt iets vanaf. Stella had het wel een beetje gelezen.
- Cees: Ik ook.
- Mirjam: Ja maar jij zat niet bij mij in het groepje.
- Cees: Nee.
- Mirjam: Ik had het niet zo heel goed... ik had maar twee stukjes gelezen of zo, volgens mij iets over die bodemdaling. Er was heel veel onzekerheid. Het is een beetje moeilijk om advies te geven als je zelf zo weinig weet.

Hoewel bij lezing van de fragmenten de indruk zou kunnen ontstaan dat de leerlingen samenhang ervaren tussen het formuleren van een definitie van het concept biodiversiteit en de context, het adviseren over gasboringen in het Waddengebied, blijkt uit fragment [2:5.B23.26] dat de leerlingen in reflectie het verband tussen concept en context in hun eigen activiteiten niet zien. In het overleg van zijn commissie werd volgens Cees gepraat over de definitie van het concept biodiversiteit en over Waddengas. Hij noemt deze onderwerpen twee aparte gespreksonderwerpen. Mirjam geeft aan dat de leden van de commissie te weinig kennis hadden om advies te kunnen geven. Hoewel zij zelf aangeeft dat de leerlingen te weinig waren voorbereid, de bronnen niet hadden gelezen, valt achteraf te betwijfelen of het goed bestuderen van de bronnen afdoende was geweest. De onderwijsleercontext sloot te weinig aan bij de voorkennis van de leerlingen en was te complex om voldoende kennis over te verzamelen met een korte bronnenstudie, ook als de bronnen wel goed waren bestudeerd.

Na het teamoverleg bespreekt de docent het aanvullende lesmateriaal klassikaal. De docent geeft een toelichting bij de uitgedeelde tekst en last een leespauze in. Vervolgens worden de definities die de commissies tot nu toe hebben geformuleerd, vergeleken met de werkdefinitie. De vraag is welke componenten nog ontbreken. Het volgende fragment [2:5.B23.27] laat zien hoe de component 'abundantie', die nog niet in de definities van de commissies was opgenomen, wordt geïntroduceerd in de klassikale bespreking van het aanvullende lesmateriaal (OLA 2.11b).

[2:5.B23.27] OLA 2.11b

Klassikale bespreking van aanvullend lesmateriaal

- Mirjam: Volgens mij heeft het ook te maken met de verhoudingen tussen de soorten, dat hebben we niet genoemd.
- Docent: Kun je nu ook uitleggen wat je zegt?
- Mirjam: Het maakt ook uit in welke verhoudingen de verschillende organismen met elkaar leven, en dat heeft ook natuurlijk te maken met biodiversiteit, want als je van een soort maar twee dieren hebt, dan maakt dat natuurlijk wel uit voor de biodiversiteit.
- Docent: Ja, ik wil je wel begrijpen, maar ik kijk even naar de rest van de klas.
- Stella: Je bedoelt gewoon het aantal individuen per soort zeg maar?
- Mirjam: Ja, als je maar twee zehonden hebt.
- Stella: Die moet je tellen, en het aantal soorten moet je tellen dan?
- Mirjam: Ja, dat zie je ook in die berekening toch? [Verwijst naar het nieuwe lesmateriaal.]
- Docent: En waar zit dan de kritiek op de definitie zoals wij hem in de klas hadden gemaakt?
- Stella: Dat staat er niet in. Je hebt het alleen het aantal organismen of het aantal soorten geteld.
- Docent: Op de biologische eenheid waar je mee bezig bent.
- Tom: Op het aantal individuen niet het aantal soorten.
- Docent: Ja, want je kunt dus wel zeggen: "de biodiversiteit is het aantal soorten", maar dan krijg je wat Mirjam zegt: als ik maar twee zehondjes heb in hoeverre is het dan nog zinvol om van een grote verscheidenheid te spreken? Want een keer een maagdarmstoornis en de biodiversiteit is weer met een soort afgenomen.
- Mirjam: Ja.
- Docent: Dus je moet soorten en de individuen per soort tellen.

Er wordt gesproken over de Simpson Index. Uit de antwoorden van leerlingen op controlerende vragen van de docent blijkt na enige minuten dat de leerlingen de toelichting hebben begrepen. Het gesprek neemt een wending naar de opdracht, het advies. Mirjam vraagt zich af wat de rol is van het concept biodiversiteit bij het uitbrengen van het advies over gasboringen in het Waddengebied. Zij maakt twee opmerkingen kort na elkaar, hieronder weergegeven in fragment [2:5.B23.28].

[2:5.B23.28] OLA 2.11b

Mirjam stelt vast wat haar adviescommissie moet doen met het concept biodiversiteit om advies te kunnen uitbrengen over gasboringen het Waddengebied.

- Mirjam: Moeten we bij dat advies ook rekening houden met de economie of alleen maar met de biodiversiteit? Want dat moet je tegen elkaar afwegen, of de biodiversiteit....
- Docent: Ja, wacht even, ik vind het een moeilijke vraag. Laat ik het zo stellen: Er wordt geboord, maar in je achterhoofd wil je niet – als ik het wat zwart-wit zeg – dat de Waddenzee naar de knoppen gaat.
- Mirjam: Ja.
- Docent: Dus je zult de gang van zaken in de gaten moeten houden. Wat jullie adviescommissie moet doen is [de vraag beantwoorden] hoe moeten we de nu aanwezige biodiversiteit van de Waddenzee monitoren? Hoe moeten we dat doen en hoe kunnen we die informatie die we daarbij opdoen gebruiken bij [het advies]: "oké, ga maar rustig door met je gaswinning" of "ho, stop."

- Mirjam: Ja, maar het gaat er dus om dat we onderzoeken of de biodiversiteit omhoog of omlaag gaat en dat is dan automatisch je advies.
- Docent: Daar gaat jouw adviescommissie dus over, dat zou onderdeel kunnen uitmaken van een advies dat jij uitbrengt aan de minister.
- Mirjam: Ja, want er zijn ook mensen die het helemaal niets uitmaakt, die denken: de natuur maakt niet uit, het gaat om de economie.
- Docent: Nou die mensen zal jij antwoord moeten geven op het moment dat zij dat tegen jou zeggen.
- Mirjam: Ja, oké. Dan snap ik het.

Mirjam heeft in fragment [2:5.B23.28] in gesprek met de docent (OLA 2.11b) het concept biodiversiteit in verband gebracht met de volgende activiteit, het adviseren over gasboringen in het Waddengebied. Stella vraagt: “Je zegt nu wel dat je het aantal individuen per soort in principe zou moeten gaan tellen, maar zoals gezegd was dat onmogelijk en dan moet je eh... Hoe noem je dat?” Cees vult aan: “een monster.” Hierna gaan de commissies aan het werk. De leerlingen krijgen twintig minuten om een advies te formuleren (OLA 2.12).

De eerste vraag die besproken wordt in groep 1 (Marlies, Cees, Els, Bart, Loes, zie Tabel 6.6) is: “Hoe gaan we monitoren.” De leerlingen bespreken dat je kleine dieren waarschijnlijk niet kunt tellen en dus zult moeten bemonsteren, terwijl je grote dieren misschien wel kunt tellen. Els stelt vervolgens de vraag wat de hoofdvraag is, zoals weergegeven in het volgende fragment.

[2:5.B23.29] OLA 2.12

Groep 1 bespreekt wat de commissie precies moet doen.

- Els: Ik zit de hele tijd te denken: wat zeggen ze toch van dat monitoren? Dat vind ik juist het vage aan dat alles, moeten we nou een manier gaan bedenken om dat uit te zoeken of moeten we nou een oordeel vellen over dat hele boren? Maar dat kan helemaal niet. Ik bedoel, je kan mij ook geen openhartoperatie... weet ik veel!
- Bart: Nee, hoe moet je het gaan tellen en hoe kan je het gebruiken.
- Cees: Wij zijn de experts.
- Bart: Hoe maak je daar je advies van.

Voor Bart en Cees is het verband duidelijk, zo blijkt uit fragment [2:5.B23.29] hierboven, tussen enerzijds het adviseren over gasboringen in het Waddengebied, een activiteit die deel uitmaakt van de context, en anderzijds de manier waarop biodiversiteit gemonitord moet worden, hetgeen wordt uitgedrukt in een operationele definitie van het concept biodiversiteit. Uit het fragment blijkt eveneens dat het voor Els nog niet zo duidelijk is als voor haar groepsgenoten. Het gesprek dat volgt, is ongestructureerd en beweegt tussen drie onderwerpen: de werkdefinitie van het concept biodiversiteit, de gevolgen van gasboringen voor de biodiversiteit van het Waddengebied en besliscriteria voor het advies. In het slot van de discussie zijn de leerlingen het erover eens dat de gasboringen niet mogen doorgaan als de biodiversiteit verandert.

[2:5.B23.30] OLA 2.12

Groep 1 bespreekt beslissingscriteria.

- Els: Beslissingscriteria.
- Bart: Als de biodiversiteit afneemt dan mag het niet.
- Els: Het kan afnemen, maar er kunnen ook nieuwe dingen bij komen.

- Bart: Maar als het verandert, als de biodiversiteit verandert, dan moet je het gewoon niet doen.
Els: Ik denk toch dat je.....
Cees: Kijk, de biodiversiteit verandert sowieso. Het significante verschil is ja of nee.
Els: Stel dat het voor alle dieren goed gaat behalve voor de zeehonden. Zeehonden zijn juist zo kenmerkend voor de Waddenzee, ze trekken toeristen en zo.
Marlies: Maar wie zegt dat de afname van de biodiversiteit komt door het boren?
Els: Dat neem je dus als enige verschil.

Tot een advies komt het niet. De leerlingen hebben niet de relevante informatie om te kunnen voorspellen of de biodiversiteit zal afnemen of toenemen als gevolg van de voorgenomen nieuwe gaswinning in het Waddengebied. Tot concretere producten dan de beslissingscriteria komen de leerlingen ook niet. Het gesprek, OLA 2.12, is in grote lijnen een voorzetting van het eerste gesprek van de commissie, OLA 2.10. De definitie van het concept biodiversiteit wordt uitgebreid met het element 'abundantie', het tellen van het aantal individuen per soort. De leerlingen begrijpen de noodzaak van bemonsteren als het gaat om relatief grote populaties. De leerlingen kunnen deze begrippen hanteren, maar op papier passen zij de definitie van het concept biodiversiteit niet aan. Voor het uitbrengen van advies en het formuleren van een daarmee samenhangende operationele definitie van het concept biodiversiteit is meer kennis noodzakelijk dan waarover de leerlingen beschikken. Els geeft met haar opmerking "je laat mij toch ook geen openhartoperatie..." in fragment [2:5.B23.29] uitdrukking aan haar ongenoegen hierover.

In groep 1 ligt het accent op de vraag hoe de soorten moeten worden geteld. Er wordt relatief veel tijd besteed aan de vraag hoe grote populaties gemonitord kunnen worden. Besproken wordt dat sommige soorten op bepaalde momenten in het jaar in het Waddengebied aanwezig zijn en op andere momenten niet, dat het gebied niet homogeen is, maar bestaat uit droogvallend wad, luchtruim, vaargeulen, en dergelijke. Deze bevindingen worden aangehaald in het klassikale gesprek OLA 2.13.

In groep 2 ligt het accent bij OLA 2.12 meer op de beslissingscriteria voor de vraag of gaswinning mogelijk is zonder onacceptabele schade aan de natuur. Er wordt regelmatig gewisseld tussen de definitie van het concept biodiversiteit, door Stella steeds "formule" genoemd, vermoedelijk doelend op de Simpson index uit het aanvullend lesmateriaal, en de context, het bepalen van de criteria voor het advies. In groep 2 wordt de definitie van het concept biodiversiteit op papier niet meer aangepast, evenmin als in groep 1, maar in het gesprek worden alle elementen van de werkdefinitie genoemd, ook 'abundantie'. Een prominente redenering in het gesprek is dat niet alle soorten even belangrijk zijn voor een advies over nieuwe exploitatie van gasvelden in het Waddengebied. Hierdoor komen andere zaken ter sprake dan in groep 1, namelijk kenmerkende soorten voor het Waddengebied, zeldzame soorten, kwetsbare soorten, bedreigde soorten en soorten die onmisbaar zijn voor de voedselketen. De leerlingen gebruiken hier hun kennis van de ecologie. Er wordt ook gedacht aan een nulmeting. De leerlingen vatten "proefboring" anders op dan de NAM. De NAM lokaliseert gasvelden met proefboringen vanaf boorplatforms. De *proefboringen* duren twee maanden. Hierbij treedt tijdelijke verstoring op van de levende natuur in de omgeving van een boorplatform. De *gaswinning* vindt plaats vanaf het vaste land of vanaf de eilanden en zal tientallen jaren duren. Hierbij treedt bodemdaling op. De verstoring van de levende natuur in de omgeving van de gaswinningsinstallaties blijft volgens de NAM echter

beperkt vergeleken met de proefboringen. De leerlingen bedoelen met proefboringen: voorzichtig beginnen met gaswinning, de biodiversiteit monitoren en op basis van de resultaten besluiten hoe groot de schade aan de natuur is en of de gaswinning kan worden voortgezet, of niet.

[2:5.B24.31]

Groep 2 bespreekt beslissingscriteria

Stella: Je moet gewoon proefboringen gaan doen en dan gaan tellen en je moet een formule hebben.

Tom: Je moet een soort van simulatie maken om.

Ron: Ja, maar met een simulatie.

Tom: Geen computersimulatie, ik bedoel gewoon een maquette maken om in het klein iets te gaan namaken.

Stella: Dat kan niet.

Ron: Hoe dan?

Tom: Je neemt een aantal soorten, die stop je in een model en je gaat in dat model boren.

Stella: Nee, maar zo werkt dat toch nooit in het echt?

Ron: Ik bedoel dan moet je een maquette maken ter grote van Huizen of zo. Hoe wil je dat doen? Ik bedoel je mag het niet te kleinschalig maken want dan is het niet relevant. Waar wil je dat gaan doen dan?

Stella: Volgens mij moet je dat [boren/gaswinning] gewoon in het echt doen en goed bijhouden.

Het gesprek verspringt voortduren tussen drie onderwerpen:

- de uitvoering van het monitoren: tellen, monsters nemen;
- de definitie van het concept biodiversiteit;
- de beslissingscriteria voor het advies aan de minister, wel of geen nieuwe gaswinning in het Waddengebied.

Hierbij wordt de betekenis van het concept biodiversiteit steeds verder ontwikkeld, hoewel de definitie niet op papier wordt aangepast, worden er oplossingen bedacht voor problemen met het tellen van soorten en aantallen individuen per soort en er wordt nagedacht over argumenten voor en tegen het verlenen van een exploitatievergunning aan de NAM. OLA 2.10 en 2.12, het eerste overleg van de adviescommissie in les 4 en het tweede overleg in les 5, verlopen hierbij niet als twee fasen, maar vormen een doorlopend geheel.

Stella en Tom kunnen goed schakelen tussen context en concept, zoals bijvoorbeeld blijkt uit de volgende fragment [2:5.B24.32].

[2:5.B24.32]

Groep 2 bespreekt beslissingscriteria

Stella: Daar hadden we het laatst ook al over. Je kunt toch niet zomaar alle individuen van een soort gaan tellen.

Ron: Je kan ze niet allemaal tellen, maar je kan wel...

Stella: Dus moet je een andere formule hebben een andere formule, waarmee je een schatting zou kunnen maken.

Tom: Nee maar je moet soorten gaan meten die eventueel beschadigd kunnen worden door vervuiling.

Ron: Omdat ze heel zeldzaam zijn.

Mirjam: Nee, niet door vervuiling door bodemzakking alleen toch?

Tom: Niet omdat ze heel zeldzaam zijn, maar omdat ze heel teer zijn.

Mirjam: Alleen door de bodemzakking.

Tom: Ja.

Stella: Die alleen afhankelijk zijn daarvan.

In fragment [2:5.B24.32] wordt door Stella gewisseld van de uitvoering naar de definitie en vervolgens door Tom van de definitie naar de beslissingscriteria. Ron, Mirjam en Stella gaan in het gesprek met Tom mee. De groep besluit dat kan worden begonnen met gaswinning, door middel van wat zij verstaan onder “proefboringen” mits een selectie soorten die voor het Waddengebied relevant is wordt gemonitord. Als verandering optreedt moet worden gestopt met de gaswinning.

[2:5.B24.33]

Groep 2 bespreekt beslissingscriteria

Mirjam: Gewoon proefboringen in de Waddenzee moet je gaan doen.

Stella: Maar met een andere formule.

Ron: Waar heb je die formule voor nodig?

Stella: Nou je moet in ieder geval gaan [schatten] want je telt niet alle soorten. Je maakt een schatting. En je moet wel kunnen zeggen waarop je die schatting baseert.

Tom: Weet je wat je dan doet, je gebruikt gewoon die formule voor het aantal soorten wat jij gebruikt.

Stella: Ja.

Tom: En met dat aantal individuen dat jij geteld hebt.

In het geplande klassikale gesprek (OLA 2.13) gaat de ontwikkeling van het concept biodiversiteit door, evenals het zoeken naar oplossingen voor monitoringsproblemen en beslissingscriteria of normen. Hierbij speelt het tussentijds overleg in duo's (OLA 2.11) bij aanvang van les 5 geen rol. De leerlingen bedenken tijdens OLA 2.13 dat niet alleen het afnemen, maar ook het toenemen van de biodiversiteit ongewenste gevolgen kan hebben. Het ontbreekt de docent aan handvatten om structuur in het gesprek aan te brengen. Hij probeert het gesprek samen te vatten en notities te maken op het bord, maar de leerlingen gaan daar te snel voor. De docent geeft de klas meerdere keren te kennen dat hij het tempo niet kan bijhouden en dat de leerlingen niet door elkaar moeten praten. Alle elementen van de werkdefinitie worden genoemd, maar niet uitgewerkt op het bord of door de leerlingen genoteerd. Er komen oplossingen voor monitoringsproblemen, maar deze worden niet samengevat. Er worden beslissingscriteria genoemd, maar ook hiervan volgt geen neerslag.

In het nagesprek volgend op les 5 bespreken docent en onderzoeker de opzet van de toets. Er wordt gekozen voor een tekst van Karel Knip, *NRC Handelsblad*, uit het bronnenmateriaal. Knip beargumenteert dat het wel mee zal vallen met de gevolgen van gaswinning voor de natuur in het Waddengebied. De opdrachten en het correctiemodel worden besproken. De opdracht luidt om met behulp van de werkdefinitie van het concept biodiversiteit de argumentatie van Knip te bespreken. De docent voorspelt welke leerlingen de toets goed zullen doen op basis van wat hij in de discussies heeft waargenomen.

[2:5.B23.34]

Nabespreking

Docent: Ik denk dat Mirjam het kan, daar heb ik geen zorgen over. Ik denk dat Tom een heel eind komt. Ik denk dat Stella het goed kan. Trouwens ik denk dat die hele adviescommissie [Groep 2, zie Tabel 6.1] wel een heel eind komt. Ik denk dat Cees [Groep 1] een heel eind komt. Ik denk dat Loes een heel eind komt. Maar voor de rest weet ik het niet zeker hoor. Tom wel, maar die zat ook in dat groepje [2]. Maar Marlies, Bart, en wie zat daar nog, Els daar ben ik niet zeker van. Ja en we missen dus nu Jennifer [Les 4 en 5 absent]. Daar moeten we iets anders voor verzinnen.

De docent uit zijn tevredenheid over het resultaat dat de leerlingen hebben bereikt. Zij hebben geleerd om na te denken over hoe biodiversiteit kan worden gemeten met een bepaald doel voor ogen. Hij vindt het niveau passen bij 6 vwo en denkt dat de leerlingen de kwaliteit van de argumenten van Knip kunnen beoordelen met behulp van de kenmerken van de definitie van het concept biodiversiteit.

De docent geeft verbeterpunten aan voor de docentenhandleiding en het lesmateriaal. Deze lessenreeks heeft hij veel moeten improviseren. Dit is goed gegaan omdat hij veel ervaring heeft en de klas uit slechts negen leerlingen bestaat. Een klas van gemiddelde omvang en een docent met gemiddelde ervaring zullen een gestructureerde studiewijzer nodig hebben om meer uit een dergelijke discussie te kunnen halen en naar het gewenste leerresultaat te kunnen toewerken. De protocolanalyse leidt tot dezelfde conclusies: een aantal leerlingen laat zien het concept biodiversiteit niet alleen adequaat in een discussie over gaswinning in het Waddengebied te kunnen gebruiken, maar ook doelgericht te kunnen aanpassen. Het leerresultaat is echter niet vastgelegd aan het einde van les 5 en dus niet voor alle leerlingen beschikbaar. Leerlingen die niet verbaal hebben laten zien dat zij het concept biodiversiteit kunnen gebruiken, zijn mogelijk onvoldoende op de toets voorbereid.

6.4.2 De Toets

Aansluitend op les 5 hebben de leerlingen de geplande individuele schriftelijke toets gemaakt. De toets gold als schoolexamen (SE), gecombineerd met het practicum van les 2 en les 3. Voor de leerlingen was dit een externe motivatie om de toets zo goed mogelijk voor te bereiden en zo hoog mogelijke resultaten te behalen, waarschijnlijk vergelijkbaar met de motivatie voor andere schoolexamens.

De toets is een 'open boek-toets', dat wil zeggen dat de leerlingen het lesmateriaal tijdens de toets mogen raadplegen. De toets bestaat uit een leestekst met een opdracht. Hieronder is de opdracht weergegeven. De leestekst van Knip uit *NRC Handelsblad* is te vinden op de website van het FIsme¹⁰.

[2:SE.35] Opdracht

Analyseer de argumentatie in dit artikel op duidelijkheid over de biodiversiteit, en geef commentaar. Ga als volgt te werk.

1. Schrijf de regelnummers op waar volgens jou de argumenten van Kees Knip over biodiversiteit gaan, ook al zijn ze soms onduidelijk en noemt hij het woord "biodiversiteit" niet.
2. Geef bij elke verwijzing kort de strekking van het argument weer in je eigen woorden.
3. De argumenten van Kees Knip over de biodiversiteit zijn over het algemeen niet duidelijk. Bespreek een aantal van zijn argumenten met behulp van het instrument dat je in de afgelopen lessen samen met je team- en groeps- en klasgenoten hebt gemaakt: de goed geformuleerde universele definitie van "biodiversiteit" of "soortenrijkdom". Gebruik daarbij de vier elementen uit de definitie, verscheidenheid (V), biologische eenheid (B), ruimte (R) en tijd (T) op een zinvolle manier. Raadpleeg als je wilt je lesmateriaal. Wees kritisch, en probeer de argumenten van Knip te weerleggen, of juist te versterken met behulp van je redeneringen over biodiversiteit, al naar gelang je eigen mening.

Bij de toets is in samenwerking met de docent een correctiesleutel opgesteld. De sleutel geeft aan welke argumenten van Knip in aanmerking komen voor verwijzing en toelichting. Verder geeft

¹⁰ Lesmateriaal: <http://www.fisme.science.uu.nl/publicaties/proefschriftaanvanweelie/inhoud.html>

de correctiesleutel aan welke onderdelen of 'elementen' van de werkdefinitie van het concept biodiversiteit besproken zouden moeten worden voor het volledige aantal punten.

Het artikel gaat over dezelfde handelingspraktijk als de lessen. Op de toets gebruiken de leerlingen het concept biodiversiteit echter voor een andere activiteit. In les 5 hebben de leerlingen het concept biodiversiteit gebruikt bij het adviseren over gaswinning in het Waddengebied, terwijl zij het concept op de toets gebruiken bij het bespreken van de argumenten van de auteur van het artikel. Op de toets gaat het niet op de vraag of gaswinning verstandig is, maar om de vraag of de auteur in zijn argumentatie het concept biodiversiteit correct hanteert. In OLS 2 (zie Tabel 6.2) wisselt de context van taxonomische OLA's naar ecologische OLA's na les 3, en vindt er opnieuw een contextwisseling plaats tussen les 5 en de toets. De onderwijsleercontext van de opdrachten van de toets is afgeleid van dezelfde handelingspraktijk als de onderwijsleercontext van les 4 en 5, namelijk het maken van een afweging tussen de wenselijkheid van gaswinning en de gevolgen voor de levende natuur van het Waddengebied op basis van metingen van de biodiversiteit. Toch is er sprake van een wisseling van onderwijsleercontexten. De leerling voert namelijk een andere activiteit uit dan in les 5. Niet de leerling, maar de auteur van het krantenartikel maakt deze afweging. De leerling zit niet meer op de stoel van de ecooloog, het commissielid, maar op de stoel van een kritische krantenlezer die schriftelijk commentaar geeft op de argumenten van de auteur. De verwachting is dat de leerlingen de opdrachten kunnen maken als zij de componenten van het concept biodiversiteit recontextualiseren.

De antwoorden van de leerlingen zijn geanalyseerd om de effectiviteit van OLS 2 te evalueren. Conclusies over de effectiviteit van de OLS worden in de volgende paragraaf (§ 6.5) getrokken en besproken in samenhang met de evaluatie van de lessenreeks (§ 6.4.1).

Gebruik van het concept biodiversiteit

In de eerste analyse van de toetsresultaten is gekeken naar de manier waarop de leerlingen het concept biodiversiteit hanteren en de mate waarin de leerlingen daarin zijn gevorderd. Het werk van Ron, Stella en Tom biedt de meeste aanknopingspunten voor het bespreken van deze analyse.

Ron heeft zijn antwoorden op Opdracht c) ingedeeld volgens de werkdefinitie van het concept biodiversiteit. De componenten van de definities kunnen daardoor een voor een worden besproken.

[2:SE.36] *Ron deel 1 van 5*

Verscheidenheid. Knip zegt hier wat over in punt 4. Hij beweert dat de verscheidenheid niet afhangt van een veranderende ruimte. In de definitie wordt geen interactie gegeven tussen ruimte en verscheidenheid. Maar als de sedimentenstromen zoals gezegd in regel 114 werkelijk tot stand [komen] dan zullen de niet mobiele bodemdieren zich niet naar een ander gebied kunnen brengen en dus [zullen] ze in aantal afnemen omdat de omstandigheden minder ideaal zijn. Daar staat echter wel de tijd tegenover die de bodemdieren hebben om naar het andere gebied toe te 'groeien'.

Ron maakt in fragment [2:SE.36] hierboven zijn argument niet af. Hij maakt niet expliciet of hij het met Knip eens is of niet. Wel past Ron hier de werkdefinitie van biodiversiteit toe. In fragment [2:SE.36] gebruikt Ron door elkaar het concept 'biodiversiteit' en het concept 'verscheidenheid', respectievelijk het definiendum en het definiens van de werkdefinitie. Uit het volgende fragment

[2:SE.37] blijkt dat Ron ook de concepten ‘verscheidenheid’ en ‘biologische eenheid’ niet scherp onderscheidt.

[2:SE.37] Ron deel 2 van 5

Biologische eenheid. Knip vindt dit waarschijnlijk de belangrijkste maatstaf voor biodiversiteit. Hij geeft veel argumenten waarin aantallen naar voren komen. Dit is natuurlijk het meest praktische onderdeel van de biodiversiteit, omdat het te tellen is. Het is dus een sterk argument. Maar het gaat alleen op voor de grote organismen als vogels en zeehonden. Vissen en kleinere organismen laten zich niet goed tellen, waardoor je de verscheidenheid uit het oog verliest.

Ron refereert in fragment [2:SE.37] naar de discussie over het tellen van individuen en de noodzaak om monsters nemen en te schatten bij kleinere organismen. Dat hij het tellen van soorten en aantallen individuen per soort noemt bij de component ‘biologische eenheid’ is correct, maar hij gebruikt de component niet op de meest adequate manier bij het becommentariëren van de argumenten van de auteur. Ron verwijst hier niet naar regelnummers en laat niet zien of Knip de component ‘biologische eenheid’ correct gebruikt. Dat het onderscheid tussen de verschillende concepten niet scherp is voor Ron, blijkt uit zijn bewering dat ‘biologische eenheid’ “het meest praktische onderdeel” is, “omdat het te tellen is”, terwijl alle vier de componenten van de werkdefinitie meetbaar zijn, mits geoperationaliseerd, waardoor biodiversiteit meetbaar is. Het concept biodiversiteit en de componenten ‘verscheidenheid’ en ‘biologische eenheid’ van de werkdefinitie zijn bij Ron niet scherp afgebakend. Over de component ‘ruimte’ is Ron duidelijker, zoals blijkt uit het volgende fragment.

[2:SE.38] Ron deel 3 van 5

Ruimte. Het is vreemd dat Knip uitlegt dat de gehele bodem zal veranderen, bijvoorbeeld door zeespiegelstijging en bodemdaling, maar [desondanks] concludeert hij dat dit geen invloed heeft op de biodiversiteit. Hij zegt dat de Waddenzee zich goed kan aanpassen (r. 120), maar dat houdt niet in dat het gebied hetzelfde blijft. In mijn mening is de ruimte het fundament onder de verscheidenheid en Biologische eenheid, gesteund door de tijd. Als de ruimte verandert dan ontstaat er een nieuw gebied met andere specifieke soorten, zij het op kleinere schaal. De zeehonden worden er niet door beïnvloed, maar eb en vloed gevoelige dieren gaan ten onder aan sommige ruimte veranderingen.

Ron houdt zich in fragment [2:SE.38] beter aan de opdracht. Hij verwijst naar de leestekst met een regelnummer, geeft aan dat hij het niet geheel met het argument van de auteur eens is en beargumenteert waarom. Een geïnformeerde en welwillende lezer kan het argument distilleren dat bodemdaling als gevolg van gasexploitatie op verschillende soorten een verschillend effect zal hebben, waardoor de samenstelling van soorten in het Waddengebied kan veranderen. Ron vindt dit wel een verandering van de biodiversiteit, terwijl tussen de regels door gelezen kan worden dat Knip dergelijke veranderingen wel voorspelt, maar niet definieert als veranderingen van de biodiversiteit, of misschien als niet nadelig voor het Waddengebied. Ron zou hebben kunnen aangeven dat zowel zijn definitie van het concept biodiversiteit als zijn beslissingscriteria kennelijk van die van Knip verschillen. Volgens de definitie van Ron is het van belang welke soorten er in het Waddengebied voorkomen, voor de definitie van Knip kennelijk niet. Die stap zet Ron niet expliciet. Bovendien volgt zijn redenering niet uit de definitie zoals hij die aan het eind van zijn toets presenteert, zie fragment [2:SE.40]. Daarmee is het argument van Knip wel te onderbouwen: de biodiversiteitsindex blijft gelijk, hoewel de soortensamenstelling in het gebied na verloop van tijd

verandert onder invloed van een bodemdaling van enkele centimeters, of de biodiversiteitsindex verandert in zeker mate, maar zonder de ecosysteemfuncties nadelig te beïnvloeden. Knip ziet dit volgens Ron als een aanpassing van de Waddenzee aan de nieuwe situatie. Daar is Ron het niet mee eens, omdat sommige specifieke soorten zich niet snel genoeg aan de bodemdaling kunnen aanpassen.

In het volgende fragment [2:SE.39] laat Ron opnieuw zien dat hij met Knip van mening verschilt over het belang van de specifieke soorten die in het gebied worden aangetroffen, naast de aantallen.

[2:SE.39] *Ron deel 4 van 5 – De doorhaling, de onderstreping en de voetnoot (*) zijn van Ron.*

Tijd. Het argument om alleen in de tijd van november tot april te boren lijkt me misplaatst. Knip concentreert zich alleen op de vogels en zeehonden terwijl vele andere [soorten] gebaat zijn bij een rustige winter zoals ~~winterslapers~~ overwinteraars. Dit is waarschijnlijk het gevolg [van het feit] dat Knip zijn prioriteit stelt bij de aantallen van de vogels en zeehonden (in zijn ogen de specifieke dieren van het wad). Als Knip had duidelijk gemaakt welke dieren hij wil behouden op het wad had ik dit* begrepen, maar hij deed dit niet. Dit * slaat op zijn keuze voor zeehonden en vogels.

Verder gebruikt Knip de Tijd om aan te geven wat de snelheid is van het bodemdalingsproces. Hij suggereert hier hiermee dat de tijd dermate langzaam is dat alle organismen zich hieraan kunnen aanpassen, dit heeft hij niet onderbouwd.

Ron analyseert de argumentatie van Knip opnieuw en gebruikt de component 'tijd' van de werkdefinitie daarbij als perspectief. In de laatste alinea is Ron er zich mogelijk niet van bewust dat de argumenten van Knip betrekking hebben op aanpassingen op een hoger organisatieniveau dan het populatieniveau. Ron vindt veranderingen in het aantal organismen (individuen) wel belangrijk, populaties mogen niet kleiner worden, terwijl Knip mogelijk het behoud van het aantal soorten voor ogen heeft, of misschien alleen het behoud van *bepaalde* soorten, met behoud van alle ecosysteemfuncties belangrijk vindt.

Uit de protocolanalyse is gebleken dat een aantal leerlingen de term 'proefboringen' hebben opgevat als een test die moet uitwijzen welke invloed gasexploitatie heeft op de natuur. Boren heeft mogelijk associaties opgeroepen met (permanente) olieboortorens. Vanuit dat perspectief is het te begrijpen dat Ron het oneens is met Knip om het 'boren' (proefboringen) te laten plaatsvinden van november tot april. Ron beseft niet dat de proefboringen bedoeld zijn voor het lokaliseren van gasvelden en dat de gevolgen daarvan niet representatief zijn voor de gevolgen van gasexploitatie op lange termijn. Mogelijk zou dit ondervangen kunnen worden door een aanvulling in de docentenhandleiding, een hulpmiddel voor de docent bij de klassikale reflectie- en controlemomenten. De boringen vinden plaats vanaf pontons en zijn tijdelijk (twee maanden) en lokaal verstorend. Vogels en zeehonden zijn de organismen die daar het meeste last van hebben, maar in de winter minder dan in de zomer, is het standpunt van Knip.

Ron sluit af met het presenteren van de werkdefinitie.

[2:SE.40] *Ron deel 5 van 5*

Mijn gebruikte definitie van biodiversiteit is:

Biodiversiteit = Verscheidenheid van biologische eenheden in ruimte en tijd (met als fundamenteel ruimte en tijd)

Het is niet duidelijk waarom Ron “(met als fundamenten ruimte en tijd)” toevoegt. In fragment [2:SE.38] geeft Ron bij de component ‘ruimte’ aan dat naar zijn mening “de ruimte het fundament [is] onder de verscheidenheid en biologische eenheid, gesteund door de tijd.” Hij licht deze opmerkingen niet toe en hij eindigt zijn toets ermee. Gezien de exacte formulering van de werkdefinitie is het waarschijnlijk dat Ron tijdens de open boek-toets het lesmateriaal heeft geraadpleegd om de definitie te reproduceren. De ‘elementen’ van de definitie worden genoemd in opdracht c); zie fragment [2:SE.35].

Het commentaar van Stella op de argumenten van Knip volgen de werkdefinitie van het concept biodiversiteit en benaderen de beslissingscriteria, waarbij Stella aangeeft dat sommige componenten beter onderzocht moeten worden voordat Knip conclusies kan trekken. Het voert te ver om de volledige tekst van Stella hier te presenteren. Stella heeft meer opgeschreven dan de meeste andere leerlingen doordat zij extra tijd heeft besteed aan het maken van de toets, evenals Tom. De docent wilde de leerlingen niet benadelen en liet hen langer doorwerken, met als argument dat bij een toets in het kader van een experimentele lessenreeks niet kon worden ingeschat hoeveel tijd het maken van de toets zou kosten. Alle leerlingen hebben voldoende tijd gekregen om de toets volledig te maken.

[2:SE.41] *Stella deel 1 van 6*

Knip legt niet uit wat er onder onherstelbare schade en schade alleen al wordt verstaan. Ik denk dat hij bedoelt dat moet worden vastgesteld hoe lang de natuur er over mag doen om zich aan te passen, dus de biodiversiteit weer gelijk te stellen en of deze inderdaad weer gelijk moet zijn of dat er een afwijking van een bepaald percentage mag zijn.

Stella gebruikt het concept biodiversiteit in fragment [2:SE.41] als index en formuleert daarmee een beslissingscriterium (herstelperiode). Zij gebruikt daarbij de component ‘tijd’. Op dezelfde manier gebruikt zij op haar eigen manier de component ‘biologische eenheden’ in het volgende fragment.

[2:SE.42] *Stella deel 2 van 6*

Er wordt gesproken over vogels en zeehonden: er zijn uiteraard nog meer organismen, dus er wordt alleen rekening gehouden met twee biologische eenheden en niet met andere. Hij [Knip] bedoelt waarschijnlijk dat hij deze soorten als wad-specifiek beoordeelt en redeneert dat deze geen schade mogen ondervinden. Maar hoe komt hij daarbij?

Stella gebruikt in fragment [2:SE.42] de component ‘biologische eenheden’ niet helemaal correct. Vervolgens analyseert Stella het argument van Knip dat vogeltellingen van een onafhankelijke instantie moeten worden gebruikt om de schade te monitoren. Expliciet beargumenteert Stella dat de componenten tijd en ruimte niet geoperationaliseerd zijn.

[2:SE.43] *Stella deel 3 van 6 – Tussen ronde haken is tekst van Stella, tussen vierkante haken is toegevoegd.*

Er wordt aangegeven wat voorwaarden zijn, maar niet hoe deze bepaald worden. Door een onafhankelijk vogelwachter, maar telt deze de vogels, kijkt [hij] naar de tijd (jaargetijde) in welk gebied? 10 meter rond de boorplek [locatie proefboring] of 10 km in de omtrek? En ook een onafhankelijke vogelwachter moet de beginsituatie voor de boring beoordeeld hebben. Hij moet kijken naar de verscheidenheid in aantallen soorten én individuele organismen per soort, in ruimte en tijd.

In fragment [2:SE.43] hierboven noemt Stella de werkdefinitie (let wel: het is een ‘open boektoets’) als samenvatting van de reeks daaraan voorafgaande argumenten, die zij baseert op de componenten van de werkdefinitie. Stella verkent deze argumenten nogmaals, in andere bewoordingen. Daarna doet zij dezelfde constatering als Ron, namelijk dat Knip lijkt te negeren om welke soorten het gaat. Stella vindt dat zelf wel relevant.

[2:SE.44] *Stella deel 4 van 6*

(...) Alleen is niet duidelijk naar welke soorten gekeken is. Wel is het gebied gelijk dus kan je vergelijken naar ruimte, over tijdsbestek van het onderzoek wordt ook niet gesproken.

Ook hier geldt: waarop is gebaseerd dat de Waddenzee verstoringen compenseert? Er moet hier iets gemeld worden over een redelijk constante biodiversiteit en soortenrijkdom en hoe dat dan bepaald is.

Fragment [2:SE.44] illustreert dat Stella ‘ruimte’ en ‘tijd’ begrijpt als componenten van het concept biodiversiteit en dat zij deze componenten kan gebruiken om over de leestekst na te denken en commentaar te geven. Evenals Mirjam (hier niet gepresenteerd) besteedt Stella aandacht aan het belang van het behoud van de kwelders en de gevoeligheid van de kwelders voor bodemdaling.

[2:SE.45] *Stella deel 5 van 6*

Er moet duidelijker worden gesteld wanneer een kwelder bedreigd wordt en hoe snel dit kan worden aangetoond. Een kwelder heeft een eigen biodiversiteit t.o.v. de hele Waddenzee, en hier moeten duidelijke marges worden gesteld. Dus: hoe ga je de biodiversiteit in een kwelder en de klifvorming monitoren? Wanneer is er schade, dus bedreiging opgetreden?

Stella maakt een beter onderscheid tussen proefboringen en gasexploitatie dan Ron. Zij laat zien dat zij begrijpt dat gasexploitatie veel langer duurt en andere gevolgen heeft voor de natuur. Fragment [2:SE.45] illustreert dit. Het fragment laat eveneens zien dat Stella het concept biodiversiteit gebruikt als haar eigen vocabulaire. Zij gebruikt het concept niet alleen omdat het volgende de opdracht moet en heeft het lesmateriaal niet nodig. Het concept heeft een betekenisvolle plaats als index in haar eigen goedlopende formuleringen.

[2:SE.46] *Stella deel 6 van 6 – Tussen ronde haken: tekst van Stella. Tussen vierkante haken: toegevoegd.*

Is het onderzocht dat als de bodem langzamer zakt (tempo gaswinning) de schade beperkt wordt? De biodiversiteit heeft dan meer tijd om zich aan te passen, zoiets gaat immers niet van vandaag op morgen. Dit wordt beweerd [beargumenteerd] door afsluiting van de Zuiderzee waar het wad nog steeds op reageert. Er moet dus vastgesteld worden hoe lang het wad er over mag doen zich aan te passen, in hoeverre de biodiversiteit mag afwijken of gelijk moet blijven.

Stella sluit af met een concluderende alinea waarin zij stelt dat om te beslissing of gasexploitatie door mag gaan, gekeken moet worden naar “wat de wad-specifieke soorten zijn, (...) naar andere reacties van het wad op bodemdaling door andere oorzaken dan boring / winning.” En dat duidelijker moet worden beargumenteerd: “oorzaak → gevolg”. Verder moet volgens Stella “een duidelijker beslissingscriterium ten aanzien van de biodiversiteit” worden gesteld.

Behalve Stella heeft ook Tom langer dan 65 minuten aan de toets gewerkt, waardoor hij langer heeft kunnen nadenken en meer heeft kunnen opschrijven. Tom schrijft in volzinnen en alinea’s en verwijst met de letters V, B, R en T naar de componenten van de werkdefinitie. De tekst van Tom is hieronder integraal als een fragment gepresenteerd. Knip heeft het in verband met schade voor vogels over proefboringen. Tom denkt dat het argument om in de winter te ‘boren’ over effecten

op langere termijn gaat, en verwacht dus 'boren' (proefboringen om gasvelden te lokaliseren) met gaswinning.

[2:SE.47] Tom - *De verwijzingen V, B, R en T tussen ronde haken naar de componenten van de werkdefinitie van het concept biodiversiteit zijn van Tom.*

Dhr. Knip gebruikt in zijn argumenten hoofdzakelijk vogels. Vogels hebben vrij weinig last van de bodemdaling, op het feit na dat er een aantal plantjes groeien die ze eten. Als dhr. Knip zou kijken naar de overige soorten die (V) voorkomen, dus ook planten, schimmels etc. kortom de vijf rijken, dan zou hij erachter komen dat bodemdalingen ernstige gevolgen kunnen hebben. Als een bepaalde soort uit zou sterven heeft dat indirecte (of soms zelf directe) gevolgen op de biodiversiteit (voedselweb / -kring).

Door dit vele gepraat over vogels beperkt dhr. Knip zich tot een hele kleine biologische eenheid (B). Hij mist dus een groot aantal ecosystemen door zich zo te specificeren. Vogels kunnen bijvoorbeeld wegtrekken naar anderen gebieden. Een plant heeft hier wat meer moeite mee. Als dhr. Knip wat meer aandacht had besteed aan de kwelders, had hij begrepen dat hier door het onderwater staan (+/- 10 x per jaar) heel zeldzame planten groeien. Deze soorten zijn wad-specifiek en het zou dus rampzalig zijn voor het natuurgebied als die zouden verdwijnen doordat de kwelders vaker onderwater zouden komen te staan.

Een ander probleem dat mij opviel in het stuk van dhr. Knip is zijn besef in tijd en ruimte (R + T). Als de NAM korte proefboringen zal gaan doen is het onwaarschijnlijk dat er op een korte termijn daarna een duidelijk resultaat is omtrent de biodiversiteit. Zoals hij zelf al zei: "De Waddenzee reageert nog steeds op de afsluiting van de Zuiderzee" (r. 148-149). Het is dus niet te verwachten dat de Waddenzee wél snel zal reageren op de gasboringen.

Een laatste [ding] dat mij opvalt is dat er heel veel in de toekomstige tijd is geschreven. Het doet mij veronderstellen dat de consequenties die wadgasboringen¹¹ op de Waddenzee hebben voor dhr. Knip zelf ook nog niet helemaal helder zijn. Hij spreekt zichzelf op een paar punten behoorlijk tegen (zoals tijd en ruimte) en weet dus blijkbaar niet goed waar hij het over heeft. Hij heeft een aardige poging gedaan om het voor de vogels op te nemen. We hopen dat er snel iemand is de alle rijken grondig bestudeert.

Tom volgt de opdracht nauwkeuriger dan Stella en bespreekt de componenten van de werkdefinitie van het concept biodiversiteit in de volgorde die in opdracht c) wordt genoemd. Hij bespreekt de componenten op een adequate manier, hoewel het onderscheid tussen 'verscheidenheid' (V) en 'biologische eenheden' (B) niet scherp wordt. Deze onscherpte is ook bij Ron [2:SE.36 en 2:SE.37] en bij Stella [2:SE.43] terug te vinden. Uit zijn argumentatie blijkt dat Tom het concept proefboringen opvat als een test om te meten wat de gevolgen van gaswinning zouden zijn voor de biodiversiteit. Zoals hierboven toegelicht is dit niet het geval. Deze misvatting heeft invloed op de argumenten van Tom.

Tom beargumenteert dat Knip eenzijdig is, omdat Knip uitsluitend naar vogels kijkt, terwijl volgens Tom alle soorten belangrijk zijn. Het wordt niet duidelijk of Tom daarvoor de component 'verscheidenheid' of de component 'biologische eenheden' gebruikt. Hij noemt in dit verband zelf zowel "overige soorten (V)", dus de component 'verscheidenheid' als de component 'biologische eenheden' (B). Knip "mist" hierdoor "overige soorten", "een groot aantal ecosystemen" en "alle rijken".

Vanuit dit perspectief gebruikt Tom de component 'tijd' adequaat om repliek te geven op de argumenten van Knip. De 'proefboring' is te kort om conclusies uit te kunnen trekken voor de lange termijn. Bovendien spreekt Knip zichzelf tegen, vindt Tom, want Knip zegt zelf dat de afsluiting van de Zuiderzee al tientallen jaren van invloed is op de Waddenzee. Tom noemt 'ruimte' in een adem met 'tijd', maar gebruikt deze component niet daadwerkelijk. Het is aannemelijk dat hij 'ruimte' noemt, omdat dit volgens opdracht c) moet.

¹¹ Tom verwacht proefboringen mogelijk met gaswinning.

In Tabel 6.7 worden de resultaten van de eerste analyse van de toetsresultaten gepresenteerd. Per leerling is aangegeven hoever hij of zij is gevorderd in het hanteren van het concept biodiversiteit. De vorderingen kunnen worden toegeschreven aan OLS 2, omdat de leerlingen geen bekwaamheid hadden in het gebruik van het concept biodiversiteit voordat zij aan de lessenreeks begonnen.

Tabel 6.7 Gebruikswijze van het concept biodiversiteit en mate van vorderingen daarin. Kolom 1: Leerling – Pseudoniem van de leerling. Kolom 2: Gebruik concept biodiversiteit – geeft kort hoe de leerling het concept biodiversiteit heeft gebruikt. Kolom 3: Gevorderd – geeft per leerling aan welke vorderingen met het toepassen van de werkdefinitie van het concept biodiversiteit de leerling heeft geboekt.

Leerling	Gebruik concept biodiversiteit	Gevorderd
Marlies	Heeft niets opgeschreven.	Onbekend
Jennifer	Behandelt de ‘aantasting’ en het verdwijnen van soorten. Gebruikt een aantal concepten uit de lessenreeks, maar in een andere betekenis.	Te veel lessen gemist
Bart	Gebruikt het concept biodiversiteit als ‘verscheidenheid’ in de taxonomische betekenis. Geeft geen definitie van het concept biodiversiteit en past de werkdefinitie niet toe, ook niet impliciet.	Weinig gevorderd
Cees	Gebruikt het concept biodiversiteit als ‘verscheidenheid’ in de taxonomische betekenis. Past de werkdefinitie van het concept biodiversiteit gedeeltelijk toe, maar maakt de componenten onvoldoende expliciet.	Weinig gevorderd
Els	Past een aantal verworven inzichten toe: bij een meting moeten omstandigheden constant blijven, er moet worden gemeten of de biodiversiteit constant blijft. Maakt uitsluitend de component ‘tijd’ van de werkdefinitie expliciet.	Weinig gevorderd
Mirjam	Past de definitie van het concept biodiversiteit toe, maar noemt niet alle componenten expliciet. Noemt specifieke soorten. Benoemd dat meetmethoden per soort kunnen verschillen. Noemt verband tussen componenten ‘tijd’ en ‘ruimte’.	Half gevorderd
Loes	Past componenten van de werkdefinitie toe, maar noemt niet alle componenten expliciet. Noemt expliciet ‘abundantie’. Behandelt ook verschillen tussen soorten. Brengt kritiek op de argumenten van de auteur in verband met de component ‘tijd’.	Half gevorderd
Tom	Past de componenten van de werkdefinitie toe, met uitzondering van ‘abundantie’. Benadrukt het belang van alle rijken en soorten. Noemt verschillen tussen dieren en planten.	Gevorderd
Ron	Past de componenten van de werkdefinitie toe, met uitzondering van ‘abundantie’. Noemt specifieke soorten. Gebruikt verworven inzicht: aanpassing aan de veranderende omstandigheden en veranderingen in de biodiversiteit. Maakt onderscheid tussen verandering in de biodiversiteit op grote schaal en op kleine schaal. Legt relatie tussen de componenten ‘ruimte’ en ‘verscheidenheid’.	Gevorderd
Stella	Past expliciet alle componenten van de werkdefinitie toe, inclusief ‘abundantie’. Noemt specifieke soorten. Past verworven inzicht toe: bij meten van biodiversiteit moet rekening worden gehouden met verschillen tussen soorten. Beargumenteert dat verandering van biodiversiteit niet nadelig hoeft te zijn: er zijn marges. Benoemt beslissingscriteria.	Ver gevorderd

Recontextualiseren

In hun antwoorden op de toets laten leerlingen zien dat zij het concept biodiversiteit hebben leren hanteren. Zij noemen componenten van de werkdefinitie van het concept biodiversiteit in de betekenis van 'index', of zij omschrijven die componenten in eigen woorden. Leerlingen noemen ook het concept biodiversiteit of gebruiken hun eigen woorden. Soms hanteren leerlingen het concept biodiversiteit in een andere betekenis dan 'index', namelijk in de betekenis van 'levende natuur', hoewel aan deze betekenis in de tweede casestudie geen aandacht is besteed.

Het feit dat leerlingen het concept biodiversiteit en de componenten van de werkdefinitie gebruiken, betekent echter niet automatisch dat zij deze *recontextualiseren*.

In de tweede analyse van de toetsresultaten is geanalyseerd op het niveau van recontextualisering van de vier componenten van de werkdefinitie van het concept biodiversiteit. In deze subparagraaf worden de volgende onderzoeksvragen beantwoord.

1. Hoeveel leerlingen recontextualiseren de vier componenten van de werkdefinitie van het concept biodiversiteit?
2. Hoeveel recontextualisering realiseren de leerlingen van ieder van de vier componenten?

Het geschreven materiaal is geanalyseerd door alle antwoorden van alle leerlingen welwillend te interpreteren en alle recontextualisering van elk van de vier componenten van de werkdefinitie van het concept biodiversiteit te markeren. Een tekstfragment wordt geïnterpreteerd als een recontextualisering als de leerling een van de componenten van de werkdefinitie noemt of in eigen woorden omschrijft en verbanden legt met andere componenten of begrippen uit de vraag, waardoor de vraag beantwoord; zie ook hoofdstuk 2, § 2.3, toelichting bij fase 2. Alleen (be-)noemen of omschrijven van de component is onvoldoende en wordt niet als recontextualisering geïnterpreteerd. Voor de navolgbaarheid wordt eerst beschreven op grond waarvan een deel van een antwoord wordt geïnterpreteerd als recontextualisering van een component van de werkdefinitie van het concept biodiversiteit, voordat de resultaten van de analyse worden gepresenteerd.

In de tweede casestudie is de keuze gemaakt om de toets te baseren op dezelfde handelingspraktijk als de laatste les, kortweg 'gaswinning in het Waddengebied'. De leerlingen hadden veel tijd besteed (kunnen, of moeten besteden) aan het inwerken in deze praktijk door middel van de bronnenbundel. Per definitie is kennis nodig van de context om de betekenis van een concept in de context te kunnen recontextualiseren. In de praktijk bleek inderdaad kennis van de context belangrijk om het concept biodiversiteit op een *functionele* manier te kunnen hanteren. Met functioneel wordt bedoeld: in verband met de opdracht, doelmatig, het concept speelt een rol in het antwoord. Alleen het concept noemen geeft geen informatie over het leereffect, omdat de werkdefinitie gegeven is in de opdracht.

De toets bestond uit een tekst, een krantenartikel (NRC Handelsblad) over gaswinning in het Waddengebied. De tekst gaat over verstoring op de korte termijn door proefboringen en affakkelen van overtollig gas en bodemdaling op de lange termijn door gaswinning vanaf de wal. Het concept biodiversiteit wordt niet gehanteerd, maar de argumenten van de auteur gaan wel in op aantallen soorten, populatieomvang, korte en lange termijn en specifieke ecosystemen van

gebieden binnen het Waddengebied zoals de kwelders. Er zijn zeker vijf passages in de tekst waar gespecificeerde omschrijvingen van de componenten van het concept biodiversiteit als 'index' functioneel kunnen worden gehanteerd om de argumenten van de auteur te bekritisieren of juist kracht bij te zetten. De opdracht bij de tekst is hierop gericht. De opdracht werd opgebouwd uit drie vragen. Vraag a) geef met regelnummers verwijzingen naar vijf tekstgedeelten die over biodiversiteit gaan, b) beargumenteer met behulp van de gegeven werkdefinitie waarom deze gedeelten over biodiversiteit gaan, en c) geef voor vier argumenten van de auteur aan of je het met deze argumenten eens bent of niet en geef steeds een toelichting.

Op grond van welke beoordelingscriteria kan worden beoordeeld hoe goed de leerlingen het concept biodiversiteit als 'index' hebben gerecontextualiseerd op de beschreven vierde manier?

In een schriftelijk antwoord is maximaal gerecontextualiseerd als aan vier voorwaarden is voldaan:

- Het concept biodiversiteit wordt gehanteerd in de betekenis van 'index' (conceptuele kern).
- De vier componenten van de werkdefinitie worden functioneel gehanteerd, dat wil zeggen in relatie tot de opdracht, doelmatig, niet alleen genoemd.
- De componenten worden met elkaar in verband gebracht, bijvoorbeeld: het 'aantal vogelsoorten' in het 'gebied' neemt af door verstoring.
- De concepten die deel uitmaken van de context worden in verband gebracht met de componenten van het concept biodiversiteit als 'index'.

De mate waarin de groep als geheel en de leerlingen individueel hebben gerecontextualiseerd is geanalyseerd door een puntentelling te definiëren voor de mate waarin de leerlingen recontextualiseren. Tabel 6.8 geeft een overzicht van de beoordelingscriteria.

Het noemen en hanteren van het concept biodiversiteit of componenten van de werkdefinitie en het hanteren van het concept in een andere betekenis dan 'index' werd onderscheiden van het recontextualiseren van het concept biodiversiteit of componenten van de werkdefinitie. Hiertoe werden de antwoorden van de leerlingen woord voor woord gelabeld. Vervolgens werd bekeken hoe leerlingen het concept biodiversiteit recontextualiseren door per genoemde component van de werkdefinitie te beoordelen of de leerling de component toepast in de nieuwe context van de toets en daartoe de betekenis van de component aanpast. Intersubjectiviteit is gewaarborgd doordat een tweede beoordelaar volgens deze criteria tot dezelfde beoordelingen is gekomen. Over eventuele verschillen is onderhandeld en tot overeenstemming gekomen. Daarna zijn de frequenties bepaald waarin de leerlingen de componenten recontextualiseren. Deze frequenties zijn vergeleken per leerling en per vraag. Daardoor worden patronen zichtbaar.

Aan de hand van de beoordelingscriteria (Tabel 6.8 hieronder) worden nu eerst de antwoorden van de leerlingen tegen een ander licht gehouden. De kwalitatieve vraag wordt beantwoord hoe de leerlingen hebben gerecontextualiseerd, door fragmenten uit hun antwoorden te bespreken. Daarna worden de frequenties gegeven en besproken.

Tabel 6.8 *Beoordelingscriteria voor de beoordeling van de mate waarin de leerlingen recontextualiseren in hun schriftelijke antwoorden op de toets-opdracht.*

Kwalificatie	Beoordelingscriteria
Onvoldoende	<p>Het concept biodiversiteit als 'index': het concept biodiversiteit wordt niet genoemd, of niet in de betekenis van 'index'; heeft een andere conceptuele kern.</p> <p>Betekeniscomponenten: geen van de betekeniscomponenten van de werkdefinitie komen voor in het antwoord, of de componenten worden niet functioneel gehanteerd.</p> <p>Verband tussen componenten: er wordt geen verband gelegd tussen de al dan niet componenten.</p> <p>Concept-context: het antwoord legt geen verband tussen de nieuwe context en de betekeniscomponenten van het concept biodiversiteit.</p>
Matig	<p>Het concept biodiversiteit als 'index': het concept biodiversiteit wordt genoemd in de betekenis van 'index'.</p> <p>Betekeniscomponenten: een van de vier betekeniscomponenten van de werkdefinitie komt voor in het antwoord en wordt functioneel gehanteerd.</p> <p>Verband tussen componenten: er wordt geen verband gelegd tussen de al dan niet componenten.</p> <p>Concept-context: het antwoord legt een verband tussen de nieuwe context en de betekeniscomponent van het concept biodiversiteit.</p>
Voldoende	<p>Het concept biodiversiteit als 'index': het concept biodiversiteit wordt genoemd in de betekenis van 'index'.</p> <p>Betekeniscomponenten: twee van de vier betekeniscomponenten van de werkdefinitie komen voor in het antwoord en worden functioneel gehanteerd.</p> <p>Verband tussen componenten: er wordt een verband gelegd tussen de twee genoemde componenten.</p> <p>Concept-context: het antwoord legt een verband tussen de nieuwe context en twee betekeniscomponenten van het concept biodiversiteit.</p>
Ruim voldoende	<p>Het concept biodiversiteit als 'index': het concept biodiversiteit wordt genoemd in de betekenis van 'index'.</p> <p>Betekeniscomponenten: drie van de vier betekeniscomponenten van de werkdefinitie komen voor in het antwoord en worden functioneel gehanteerd.</p> <p>Verband tussen componenten: er wordt een verband gelegd tussen de genoemde componenten.</p> <p>Concept-context: het antwoord legt een verband tussen de nieuwe context en drie betekeniscomponenten van het concept biodiversiteit.</p>
Goed	<p>Het concept biodiversiteit als 'index': het concept biodiversiteit wordt genoemd in de betekenis van 'index'.</p> <p>Betekeniscomponenten: de vier betekeniscomponenten van de werkdefinitie komen voor in het antwoord en worden functioneel gehanteerd.</p> <p>Verband tussen componenten: er wordt een verband gelegd tussen de genoemde componenten.</p> <p>Concept-context: het antwoord legt een verband tussen de nieuwe context en de vier betekeniscomponenten van het concept biodiversiteit.</p>

Stella recontextualiseert de vier betekeniscomponenten van de werkdefinitie.

Fragment Stella

(c) Er wordt aangegeven wat voorwaarden zijn, maar niet hoe deze bepaald worden → door een onafhankelijk vogelwachter, maar telt deze de vogels, kijkt naar de tijd (jaargetijde) in welk gebied → 10 meter rond de boorplek of 10 km in de omtrek? En ook een onafhankelijke vogelwachter moet de beginsituatie voor de boring beoordeeld hebben. Hij moet kijken naar de verscheidenheid in aantallen én soorten individuele organismen per soort, in ruimte en tijd.

De vier componenten van de werkdefinitie worden in dit fragment afzonderlijk gehanteerd en toegepast op de argumenten in de leestekst.

Ron recontextualiseert steeds een of twee van de vier componenten per argument. In het onderstaande fragment recontextualiseert hij de componenten 'gebied' (R) en 'aantal soorten' (S).

Fragment (1) Ron

(c) Als de sedimentenstromen zoals gezegd in regel 114 werkelijk tot stand komt dan zullen de niet mobiele bodemdieren zich niet naar een ander gebied kunnen brengen en dus dat ze in aantal zullen afnemen omdat de omstandigheden minder ideaal zijn.

Ron hanteert het concept biodiversiteit niet in zijn antwoorden op opdracht b). Bij opdracht c) geeft hij antwoord per betekeniscomponent in plaats van per tekstgedeelte. Hij noemt de componenten, vanwege de opdracht, maar hij hanteert de componenten niet functioneel. Hij recontextualiseert de componenten 'aantal soorten' in een 'gebied' echter goed. De werkdefinitie recontextualiseert hij niet compleet. De component 'tijd' recontextualiseert hij los van de andere componenten. Onderstaand fragment laat dat zien.

Fragment (2) Ron

(c) Verder gebruikt Knip de Tijd om aan te geven wat de snelheid is van het bodemdalingsproces. Hij suggereert hier hiermee dat [het bodemdalingsproces] dermate langzaam is dat alle organismen zich hieraan kunnen aanpassen, dit heeft hij niet onderbouwd.

Cees recontextualiseert drie componenten van de werkdefinitie. Hij maakt geen duidelijk onderscheid tussen aantal soorten en aantal individuen per soort. Hij gebruikt concepten 'organisme' en 'soort' door elkaar.

Fragment (1) Cees

(b) (regelnr.'s 70-72): Boren in de periode november-april voorkomt verstoring en of afname van het aantal vogels en zeehonden omdat er dan geen aanwezig zijn. Ook word er alleen maar op één plek tegelijkertijd geboord.

Cees past hier de werkdefinitie toe om bij opdracht b) een argument uit de leestekst te analyseren. Drie componenten worden daarbij gerecontextualiseerd volgens de beoordelingscriteria van Tabel 6.8, namelijk 'periode' (T), 'aantal soorten' (S) en 'plek' (R). De component 'abundantie' (A) wordt niet gerecontextualiseerd.

Bij opdracht c) laat Cees opnieuw de component 'abundantie' buiten beschouwing.

Fragment (2) Cees. De onderstrepingen en de voetnoot zijn van Cees.

(c) (regelnr.'s 70-72): Boren in de periode november-april en op één plek boren is verstandig. Omdat er dan op het wad weinig dieren zijn is de kans dat je de dieren verstoort kleiner.

Op het wad Boren tijdens die tijd zal de biodiversiteit dus een stuk minder doen veranderen dan tijdens de zomermaanden.

dan = tijd; op het wad = plaats; weinig dieren = biologische eenheden

Cees recontextualiseert de componenten goed, maar hanteert een vereenvoudigde versie van de werkdefinitie van het concept biodiversiteit waarin de component 'abundantie' ontbreekt.

Loes recontextualiseert per argument meestal niet meer dan een component, slechts bij uitzondering recontextualiseert zij twee componenten bij een argument. Zij recontextualiseert de componenten van de werkdefinitie niet in combinatie met de andere componenten. Zij recontextualiseert de component 'verscheidenheid als 'aantal soorten' en 'biologische eenheid' als 'aantal dieren van een soort' en stelt deze betekenis gelijk aan die van 'populatie', maar legt nergens een verband tussen de twee componenten.

Fragment (1) Loes

(c) Ook heeft [Knip] het in geen van zijn argumenten over de biologische eenheid (het aantal dieren van een soort). Hij zegt bijvoorbeeld wel dat foeragerende vogels het moeilijker krijgen. Maar of er een terugloop in populatie plaatsvindt wordt niet gemeld.

Uit haar antwoorden is niet af te leiden of Loes 'verscheidenheid' opvat als component van de gegeven werkdefinitie of als synoniem voor 'biodiversiteit'. De component 'ruimte' of 'gebied' specificeert Loes als 'het Waddengebied', maar Loes hanteert deze component niet functioneel in haar antwoorden. Zij legt in het fragment hieronder een correct verband tussen herstel van de biodiversiteit en het concept herstelperiode

Fragment (2) Loes

(c) Voor de biodiversiteit kan herstel heel erg lang duren. En over deze lange periodes wordt totaal niet gesproken. Misschien is er wel herstel, maar als het honderden jaren duurt dan kopen we daar niet veel voor.

Tom redeneert effectief, evenals tijdens de groepsdiscussies. Hij heeft veel opgeschreven en veel argumenten van de auteur besproken. Tom recontextualiseert het concept biodiversiteit echter niet volgens de beoordelingscriteria. Hij hanteert de componenten afzonderlijk van elkaar, legt geen verbanden, hanteert soms componenten in de betekenis van ecologische concepten die hij al kende. In het onderstaande fragment noemt Tom 'tijd en ruimte' en recontextualiseert dan alleen 'tijd'. De component 'tijd' recontextualiseert hij goed.

Fragment Tom

(c) Een ander probleem dat mij opviel in het stuk van dhr. Knip is zijn besef in tijd en ruimte (R + T). Als de NAM korte proefboringen zal gaan doen is het onwaarschijnlijk dat er op een korte termijn daarna een duidelijk resultaat is omtrent de biodiversiteit.

Als enige leerling recontextualiseert Els vaker bij opdracht b) dan bij opdracht a). Els recontextualiseert twee componenten.

Fragment Els

De gaswinningen hebben invloed op de bodem, deze daalt. Gevolg is dat verschillende platen niet meer droogvallen en vogels kunnen zich hier niet meer voeden. Dit heeft invloed op de leefomstandigheden van vogels. Als verschillende vogelsoorten zich hieraan niet kunnen aanpassen zullen ze vertrekken en zo verandert de biodiversiteit van het wad.

Mirjam noteert haar antwoorden opvallend chaotisch. Er zijn veel doorhalingen, correcties en aanvullingen in kleine letters. De antwoorden op opdracht b) en opdracht c) staan door elkaar. Zij recontextualiseert de componenten van de werkdefinitie niet vaak. In het onderstaande fragment (zie hieronder) hanteert zij echter de componenten 'aantal soorten' en 'aantal individuen per soort' afzonderlijk van elkaar. Gezien de lage frequentie waarmee 'abundantie' werd gerecontextualiseerd, is dit fragment bijzonder.

Fragment 2 Mirjam

NMA zegt dat het gas dat gebruikt wordt bij de productietest alleen wordt afgefakkeld wanneer er geen gevaar is voor verstoring van vogels: in de hoeveelheden van / verhoudingen tussen vogels.

Mirjam maakt conform de beoordelingscriteria onderscheid tussen 'aantallen soorten' en 'aantallen individuen per soort' door in haar eigen woorden 'hoeveelheden van vogels' (lees: vogelsoorten) te onderscheiden van 'verhouding tussen' vogels (vogelsoorten). Zij laat hiermee zien dat zij de component 'abundantie' kan recontextualiseren. De helft van de leerlingen laat dit ook een of twee keer zien.

Jennifer heeft veel gemist door ziekteverzuim, Bart heeft heel weinig gerecontextualiseerd en Marlies heeft niets opgeschreven. Van deze drie leerlingen worden hier geen fragmenten gepresenteerd.

Het concept biodiversiteit noemen

Het concept biodiversiteit wordt op de 6 vwo-toets 39 keer genoemd door negen leerlingen, Marlies niet meegerekend; gemiddeld 4 à 5 keer per leerling. De frequenties liggen niet ver uit elkaar, zoals Tabel 6.9 laat zien, afgezien van een uitschieter naar boven (Stella, 10x) en naar beneden (Bart, 0x).

De leerlingen noemen het concept biodiversiteit vaak in verband met de componenten van de werkdefinitie, of in combinatie met aanduidingen als verminderen en monitoren. Alle leerlingen die het concept biodiversiteit hanteren, doen dat minimaal een keer in de betekenis van 'index', de meeste leerlingen doen dat vaker, gemiddeld drie keer; Ron, Jennifer en Els hanteren het concept uitsluitend in betekenis van 'index'. Het concept biodiversiteit wordt minder vaak als 'natuur' gehanteerd. Wanneer leerlingen dat doen, kan het concept biodiversiteit worden vervangen door 'de levende natuur', doordat het concept in relatie staat tot verstoren en aantasten, of herstellen en behouden. In hoofdstuk 3 is besproken dat dit een van de betekenissen is waarin het concept biodiversiteit in de praktijk wordt gehanteerd. Leerlingen hanteren deze betekenis naast de betekenis van 'index', zonder dat dit onduidelijkheden of onjuiste antwoorden oplevert.

Tabel 6.9 *Gebruiksfrequentie van het concept biodiversiteit.* In de tabel is weergegeven hoe vaak leerlingen het concept biodiversiteit hanteren. Tevens is aangegeven hoe vaak leerlingen het concept biodiversiteit hanteren in de drie verschillende betekenissen die in hoofdstuk 3 zijn besproken.

Leerling	Biodiversiteit	'Index'	'Natuur'	'Nat. hulpbron'
Stella	10	7	3	0
Ron	4	4	0	0
Loes	3	2	1	0
Jennifer	5	5	0	0
Cees	3	2	1	0
Mirjam	4	2	2	0
Tom	4	1	3	0
Els	6	6	0	0
Bart	0	0	0	0
Marlies	0	0	0	0
	39	29	10	0

Het noemen van het concept biodiversiteit gaat niet altijd samen met het recontextualiseren van het concept.

Het concept biodiversiteit recontextualiseren

Leerlingen recontextualiseren het concept biodiversiteit aan de hand van de componenten van de werkdefinitie. Bij het geven van commentaar op de argumenten van de auteur van de leestekst staan vaak een of twee componenten op de voorgrond. Het concept biodiversiteit wordt vrijwel nooit als geheel of compleet gerecontextualiseerd. De frequenties waarmee de leerlingen de componenten recontextualiseren zijn vastgesteld per opdracht. Het overzicht daarvan is gepresenteerd in Tabel 6.10. Dit overzicht laat zien in welke mate de leerlingen het concept biodiversiteit recontextualiseren.

Tabel 6.10 Frequenties van recontextualiseringen. Aantallen recontextualiseringen van de componenten van de werkdefinitie van het concept biodiversiteit (S, A, R en T) in de antwoorden op de toets in de tweede casestudie, per leerling (N = 10), per opdracht. De rechter kolom 'Comp.' geeft het aantal gerecontextualiseerde componenten van de werkdefinitie van het concept biodiversiteit als 'index' aan.

Opdracht b)						
Leerling	S	A	R	T	b^{tot}	Comp.
Stella	4	0	1	5	10	3
Loes	5	0	1	2	8	3
Els	5	0	2	1	8	3
Ron	3	0	2	2	7	3
Jennifer	5	0	2	0	7	2
Mirjam	2	1	2	1	6	3
Tom	2	0	0	3	5	3
Cees	1	0	1	1	3	3
Bart	0	0	0	1	1	1
Marlies	0	0	0	0	0	0
Aantal	27	1	11	16	55	

Opdracht c)						
Leerling	S	A	R	T	c^{tot}	Comp.
Stella	4	1	2	4	11	4
Ron	4	2	2	1	9	4
Cees	4	2	1	1	8	4
Jennifer	3	0	2	1	6	3
Tom	4	0	1	0	5	2
Loes	2	1	1	1	5	4
Mirjam	3	0	1	0	4	2
Bart	2	0	1	1	4	3
Els	1	0	0	0	1	3
Marlies	0	0	0	0	0	0
Aantal	27	6	11	9	53	

Totaal (opdracht b + c)						
Leerling	S	A	R	T	Tot.	Comp.
Stella	8	1	3	9	21	4
Ron	7	2	4	1	14	4
Loes	7	1	2	3	13	4
Jennifer	8	0	4	1	13	3
Cees	5	2	2	2	11	4
Mirjam	5	1	3	1	10	4
Tom	6	0	1	3	10	3
Els	6	0	2	1	9	3
Bart	2	0	1	2	5	3
Marlies	0	0	0	0	0	0
Aantal	54	7	22	25	106	

Het aantal recontextualisering per leerling per component 'soortenrijkdom' (S), 'abundantie' (A), 'ruimte' (R) en 'tijd' (T) voor opdracht b en c en in totaal is weergegeven. Leerlingen geven bij opdracht a) de regelnummers zonder toelichting, zoals gevraagd, daardoor wordt er bij opdracht a) niet gerecontextualiseerd. Van opdracht b en c, en van de toets in totaal is het totaal aantal recontextualisering per leerling weergegeven in de onderste rij. Het gemiddelde aantal recontextualisering per leerling is 12. De laatste kolom 'Comp.' geeft het aantal componenten dat de betreffende leerling minimaal een keer gerecontextualiseerd heeft.

Marlies heeft opgeschreven dat zij de toets "meer Nederlands dan biologie" vindt. Zij heeft drie regelverwijzingen bij opdracht a) opgeschreven en daar "ik kan het niet vinden" bijgezet. Verder heeft zij niets opgeschreven en een vrijwel leeg proefwerkblaadje ingeleverd. Jennifer heeft de toets wel gemaakt, hoewel zij drie van de vijf lessen heeft gemist.

Vier componenten

Ongeveer de helft van alle recontextualisering betreft de component 'soortenrijkdom' (S). Dit aantal is tweemaal zo groot als het aantal recontextualisering van 'ruimte' (R) en 'tijd' (T). Slechts 8 van de 106 recontextualisering betreffen de component 'abundantie'. Alle leerlingen recontextualiseren de componenten in deze verhoudingen.

Vijf van de negen leerlingen recontextualiseren alle vier de componenten minimaal een keer op de toets. Het maximale aantal dat een leerling dezelfde component recontextualiseert is negen keer, het maximale aantal recontextualisering van de vier componenten is 21, door dezelfde leerling, Stella, bijna het dubbele van het gemiddelde aantal. Stella recontextualiseert ook alle componenten minimaal een keer.

De vier leerlingen die drie in plaats van vier componenten recontextualiseren, recontextualiseren dezelfde component niet, namelijk 'abundantie' (A). Met andere woorden, de enige component die door sommige leerlingen niet wordt gerecontextualiseerd is 'abundantie' ofwel het 'aantal individuen per soort' (A). Ook door leerlingen die vaak recontextualiseren, wordt 'abundantie' het minst gerecontextualiseerd.

Jennifer recontextualiseert vaker dan gemiddeld, hoewel zij vaak absent is geweest. Ook Jennifer laat 'abundantie' buiten beschouwing. De component 'tijd' (T) recontextualiseert zij slechts een keer. Dit duidt er mogelijk op dat Jennifer het concept biodiversiteit minder volledig heeft ontwikkeld dan sommige klasgenoten, zoals Stella, Ron en Loes. Tegelijkertijd wijzen haar antwoorden erop dat zij de componenten die zij heeft ontwikkeld wel heeft leren recontextualiseren.

Recontextualisering van de complete werkdefinitie

Het recontextualiseren van de complete werkdefinitie zou verwacht kunnen worden bij een of meer van de vijf leerlingen die alle componenten hebben gerecontextualiseerd.

Ron recontextualiseert bij opdracht b) alleen 'soortenrijkdom' (S) en 'ruimte' (R). Hij heeft zijn argumenten bij opdracht c) op voorhand ingedeeld naar component. Hiermee laat hij zien dat hij op de hoogte is van de vier componenten en vergroot hij de kans dat hij alle componenten recontextualiseert. Ron beperkt zich echter niet tot een component per argument, maar bespreekt meerdere componenten per argument, twee of drie, maar geen enkele keer recontextualiseert hij de vier componenten in een samenhangend argument.

Mirjam recontextualiseert veel minder vaak dan gemiddeld, maar noemt wel alle componenten in een argument. Bijvoorbeeld in onderstaand fragment.

Fragment Mirjam

De NMA zal de proefboringen (die 2 maanden duren) uitvoeren in een periode als er een minimum aan vogels op het wad is en de zeehonden overwegend elders zijn. In de maanden november – april. NMA zegt dat het gas dat gebruikt wordt bij de productietest alleen wordt afgefakkeld wanneer er geen gevaar is voor verstoring in de hoeveelheden van / verhoudingen tussen vogels.

Hier worden in antwoord op opdracht b) alle componenten van de werkdefinitie gehanteerd om toe te lichten dat het argument van de auteur, waarnaar wordt verwezen met regelnummers in opdracht a) inderdaad over het concept biodiversiteit gaat. De aanduiding 'vogels' wordt geïnterpreteerd als 'soorten', totdat Mirjam 'hoeveelheden vogels' onderscheidt van 'verhoudingen tussen vogels'. Mirjam recontextualiseert relatief weinig, maar kwalitatief laat zij zien dat zij de leerdoelen heeft bereikt.

Loes noemt bij opdracht b. niet alle componenten en bij opdracht c. hanteert zij dezelfde strategie als Ron: zij bespreekt de argumenten van de auteur per component. Hierbij houdt Loes zich consequent aan de component die zij bespreekt, waardoor zij geen component vergeet te recontextualiseren, maar ook niet in de gelegenheid komt om de componenten met elkaar in verband te brengen.

Stella heeft het grootste aantal recontextualiseringen. Bij opdracht b. recontextualiseert zijn 'abundantie' niet. Bij opdracht c. bespreekt zij een groot aantal argumenten van de auteur die volgens Stella over het concept biodiversiteit gaan. Hierbij hanteert zij vaak twee of drie componenten die per argument in verband staan. Bij een argument komen alle vier de componenten aan bod.

Fragment Stella

Er wordt aangegeven wat voorwaarden zijn, maar niet hoe deze bepaald worden → door een onafhankelijk vogelwachter, maar telt deze de vogels, kijkt naar de tijd (jaargetijde) in welk gebied → 10 meter rond de boorplek of 10 km in de omtrek? En ook een onafhankelijke vogelwachter moet de beginsituatie voor de boring beoordeeld hebben. Hij moet kijken naar de verscheidenheid in aantallen én soorten individuele organismen per soort, in ruimte en tijd.

Stella laat meer zien dan alleen haar kennis van de componenten door ze te noemen. Zij hanteert de componenten functioneel bij het toelichten van haar punt: de auteur zou de verschillende betekeniscomponenten van het concept biodiversiteit beter moeten specificeren, anders kan hij niet aangeven of aan de voorwaarden (voor gasexploitatie zonder schade voor de natuur) is voldaan. Dat Stella bij het bespreken van de andere argumenten niet alle componenten hanteert, hoeft niet te betekenen dat zij het bij de andere argumenten minder goed doet. Het is mogelijk dat niet altijd alle componenten nodig zijn. Dit punt wordt verder onderzocht in de kwalitatieve analyse.

De vijfde en laatste leerling die alle componenten heeft gerecontextualiseerd, is Cees. Cees heeft mogelijk de bedoeling van opdracht b) niet goed begrepen, hij recontextualiseert heel weinig in zijn antwoord op die opdracht, waardoor hij in totaal geen groot aantal recontextualiseringen laat zien. Bij opdracht c) recontextualiseert hij een keer drie componenten in samenhang, maar geen vier.

Recontextualiseringen van de complete werkdefinitie komen dus slechts tweemaal voor, dat wil zeggen dat slechts 2x4 recontextualiseringen van de 106 recontextualiseringen van de componenten zijn terug te voeren op het recontextualiseren van de complete werkdefinitie. Alle overige recontextualiseringen zijn recontextualiseringen van een, twee of drie componenten. Dit is een onverwachte bevinding. Voor een deel wordt deze bevinding verklaard door de lage frequentie van 'abundantie'. Recontextualiseringen van een vereenvoudigde versie van de werkdefinitie komen vaker voor, waarbij alleen 'abundantie' wordt vergeten. Er is echter ook een andere verklaring mogelijk. Leerlingen ervaren mogelijk niet de noodzaak om steeds alle componenten te bespreken. Wellicht geven de opdrachten aanleiding tot selectief hanteren van componenten. Wellicht geeft de leestekst daartoe aanleiding.

6.5 Conclusie

In deze paragraaf wordt de vraag beantwoord of OLS 2 de gewenste verbeteringen biedt ten opzichte van OLS 1. Deze vraag sluit aan op de onderzoeksvraag (zie hoofdstuk 1) die ook in deze paragraaf ter beantwoording voorligt.

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?

De eerste casestudie in hoofdstuk 4 en de verdiepende literatuurstudie in hoofdstuk 5 hebben geleid tot een gedeeltelijke beantwoording van deze vraag. De praktische uitwerking daarvan is verwerkt in OLS 2 en getest in de tweede casestudie. Echter, niet alle vragen konden op grond van de eerste casestudie of de verdiepende literatuurstudie worden beantwoord. Bovendien besloot hoofdstuk 5 met nieuwe ontwerp vragen die naar aanleiding van de verdiepende literatuurstudie werden gesteld. Voorlopige antwoorden op die vragen zijn in dit hoofdstuk als nieuwe onderdelen van OLS 2 in de tweede casestudie getest. De vragen werden in hoofdstuk 5 samengevat als vier ontwerp vragen voor OLS 2.

1. *Welk kenmerken heeft een uitvoerbare en effectieve OLS die tot effect heeft dat leerlingen de werkdefinitie van het concept biodiversiteit als 'index' ontwikkelen?*
2. *Hoe kunnen werkvormen voor samenwerkend leren (OC 4) en de probleemstellende benadering (OC 5) met behulp van de concept-contextbenadering worden uitgewerkt in OLA's die tot effect hebben dat leerlingen de definitiemethode en de werkdefinitie gaan gebruiken?*
3. *Welk kenmerken heeft een uitvoerbare en effectieve OLS die tot effect heeft dat leerlingen het concept biodiversiteit leren recontextualiseren?*
4. *Wat zijn kenmerken van relevante toetsvragen om te toetsen hoe en in welke mate leerlingen hebben geleerd het concept biodiversiteit te recontextualiseren?*

OLS 2 is het resultaat van de aanpassingen die naar aanleiding van deze ontwerp vragen zijn ontwikkeld. Tabel 6.1 hierboven geeft de belangrijkste aanpassingen weer in relatie tot de geconstateerde ontwerp problemen in OLS 1. Evenals in hoofdstuk 4 worden de conclusies met betrekking tot de OLA's eerst besproken, vervolgens de conclusies met betrekking tot de OLS en daarna de conclusies met betrekking tot de OCa.

6.5.1 Conclusies met betrekking tot de effectiviteit van de OLA's

In deze subparagraaf worden conclusies getrokken met betrekking tot de uitvoerbaarheid en de effectiviteit van de onderwijsleeractiviteiten (OLA's) van OLS 2.

Uitvoering van voldoende kwaliteit is voorwaardelijk voor het bepalen van de effectiviteit van de OLA's. In Tabel 6.11 op de volgende pagina's zijn de conclusies ten aanzien van de uitvoering en effectiviteit van de afzonderlijke OLA's van OLS 2 samengevat. In deze tabel wordt de kwaliteit van de uitvoering en de mate waarin het beoogde effect is bereikt, aangegeven op een schaal van onvoldoende tot goed.

Onvoldoende *uitvoering* betekent dat de OLA niet of nauwelijks is uitgevoerd, in elk geval in te geringe mate, of inhoudelijk te veel afwijkend van de beoogde OLA om effect te kunnen verwachten, waardoor ten aanzien van de effectiviteit geen conclusies kunnen worden getrokken. Bij een matige uitvoering is er zoveel te verbeteren aan de uitvoering, dat effect niet alleen aan het ontwerp van de OLA, maar ook aan de uitvoering toegeschreven moet worden. Hoe beter de uitvoering, hoe beter conclusies kunnen worden getrokken over het effect van de OLA. Voldoende uitvoering betekent dat het effect toegeschreven kan worden aan de uitvoering, terwijl het effect naar verwachting hoger kan zijn als de uitvoering verbetert. Ruim voldoende uitvoering betekent voor kleine verbeteringen vatbaar en goed dat de OLA bij voorkeur op deze manier wordt uitgevoerd.

De mate waarin het beoogde effect is bereikt wordt bepaald aan de hand van de analyse van de fragmenten, zoals hierboven is besproken. Er is gekozen voor dezelfde schaal, om de leesbaarheid van de tabel te optimaliseren. Onvoldoende *effect* betekent dat de OLA niet of nauwelijks leereffect heeft gehad. De leerlingen hebben waarschijnlijk extra hulp en uitleg nodig om de volgende stap in de OLS te kunnen maken. Matig effect betekent dat er wel enig leereffect waar te nemen is, maar veel minder dan beoogd. Voldoende effect betekent dat het beoogde leerdoel is bereikt, maar dat er meer effect te behalen is door verbeteringen in de uitvoering, mogelijk ook in het ontwerp. Ruim voldoende effect betekent dat er door kleine verbeteringen nog een kleine winst is te behalen. Goed betekent dat het maximale te verwachten effect is bereikt.

Tabel 6.11 geeft een overzicht van het uitgevoerde curriculum per OLA. In hoofdstuk 2 is betoogd dat de OLA's adequaat moeten zijn uitgevoerd, voordat een evaluatie van het uitgevoerde curriculum tot conclusies ten aanzien van de OLS kan leiden. In hoofdstuk 4 is dit principe al in praktijk gebracht. De vraag die voorligt is dan ook of de OLA's van de tweede lessenreeks voldoende adequaat zijn uitgevoerd om OLS 2 te kunnen evalueren. De conclusie luidt dat dit het geval is. De OLA's zijn over het algemeen adequaat uitgevoerd. Er is een duidelijk verband tussen de kwaliteit van de uitvoering en de kwaliteit van de resultaten.

Bij deze conclusie zijn twee kanttekeningen te maken. Ten eerste, de docent had behoefte aan meer handvatten in de docentenhandleiding om meer sturing te kunnen geven aan de klassikale gesprekken, die tot doel hebben te reflecteren, samen te vatten, te ordenen en de volgende activiteit in te leiden. De docent moest veel improviseren, daarbij steunend op zijn ruime ervaring als biologiedocent en de inventiviteit van de 6 vwo'ers. Na les 4 is in overleg met de docent besloten een interventie in te passen in de vorm van additioneel lesmateriaal waarin de werkdefinities wordt toegelicht. Deze interventie had weinig effect, maar biedt mogelijk aanknopingspunten voor aanpassingen van de docentenhandleiding.

Ten tweede, het bronnenmateriaal heeft minder sturing gegeven aan de ontwikkeling en het wendbaar leren hanteren van het concept biodiversiteit dan beoogd. De leerlingen hebben de bronnen minder nauwgezet bestudeerd dan noodzakelijk is voor het verwerven van inzicht in de betekenis van het concept biodiversiteit.

De bronnen hebben een rol gespeeld, zij het een kleinere rol dan gepland. De opdracht een advies uit te brengen over gaswinning in het Waddengebied was voldoende motiverend om veel vragen te stellen. De leerlingen gebruikten de bronnen om te zoeken naar antwoorden op hun vragen. Een aantal leerlingen hebben de bronnen ter voorbereiding op de toets beter bestudeerd dan tijdens de lessen, inclusief het additionele materiaal. Deze leerlingen konden het concept biodiversiteit op de toets wendbaar hanteren. Weliswaar was de toets een 'open boek-toets' waarbij de bronnen alsnog geraadpleegd konden worden, maar analyse van het schriftelijk werk geeft geen aanleiding om aan te nemen dat de leerlingen tijdens de toets ander bronnenmateriaal hebben geraadpleegd om de leestekst te becommentariëren.

Buiten deze aandachtspunten kan geconcludeerd worden dat de OLA's goed zijn uitgevoerd en dat de casestudie voldoende basis geeft voor de evaluatie van de effectiviteit van OLS 2.

6.5.2 Conclusies met betrekking tot de effectiviteit van OLS 2

In deze subparagraaf wordt de vraag besproken of OLS 2 een effectieve strategie is voor het wendbaar leren hanteren van het concept biodiversiteit in 6 vwo. Er is geconstateerd dat alle leerlingen de leerdoelen ten dele hebben bereikt. Vijf van de tien leerlingen zijn in staat gebleken op een individuele schriftelijke toets alle componenten te recontextualiseren van de vier waaruit de werkdefinitie van het concept biodiversiteit bestaat. Vier van de tien kunnen in elk geval drie componenten recontextualiseren. De component 'abundantie' wordt door die vier leerlingen op de toets niet gerecontextualiseerd. De leerlingen laten ook zien dat zij de componenten met elkaar in verband kunnen brengen en een enkele leerling heeft de complete werkdefinitie gerecontextualiseerd bij de analyse van argumenten uit de leestekst.

De OLS is *ruim voldoende uitvoerbaar* en *voldoende effectief* gebleken. Er is een sterke samenhang tussen de kwaliteit van de uitvoering en de effectiviteit van de activiteiten. Voor een enkele leerling heeft de OLS goed gewerkt, voor twee leerlingen ruim voldoende en voor twee leerlingen voldoende. Voor de andere vijf leerlingen, de helft van de klas, is de OLS matig tot onvoldoende effectief geweest.

Elke 6 vwo-klas zal spreiding in de cijfers vertonen. Twee of drie 'onvoldoendes' had de docent wel verwacht. Twee of drie leerlingen hebben echter teleurstellende resultaten behaald. Het is niet aannemelijk dat de verdeling van de leerresultaten over deze groep representatief is voor de capaciteiten en het kennisniveau van deze leerlingen. Andere leerlingen presteren naar verwachting, maar dat de helft van de klas een 'onvoldoende haalt' kan niet tot tevredenheid stemmen. Er is ruimte voor verbetering. Dit geeft 'voldoende effect' ook aan.

De uitvoering kan niet veel beter, OLS 2 is immers 'ruim voldoende uitvoerbaar'. Daarom wordt in de volgende fase van het ontwikkelingsonderzoek vooral in het ontwerp naar verbetering gezocht. Met anderen woorden, er is waarschijnlijk een beter leereffect te bereiken door OLS 2 aan te passen. Uit de tweede casestudie kunnen aanbevelingen worden afgeleid voor zulke verbeteringen.

Een belangrijke bevinding in de tweede casestudie is dat sterke leerlingen de leerdoelen kunnen bereiken met de activiteiten van OLS 2. De vraag die in deze subparagraaf wordt gesteld is welke

aanpassingen nodig zijn, dus welke ontwerp vragen precies moeten worden beantwoord in de derde casestudie, om meer leerlingen voldoende tot goede resultaten te laten bereiken met OLS 3. Eventueel kunnen de sterke leerlingen in de derde casestudie door de verbeteringen nog beter dan de sterke leerlingen in de tweede casestudie leren recontextualiseren. In hoofdlijnen doorlopen de leerlingen in OLS 2 drie stappen:

1. De werkdefinitie van het concept biodiversiteit wordt ontwikkeld.
2. Er wordt geoefend met het recontextualiseren van het concept biodiversiteit met behulp van de werkdefinitie.
3. Het concept biodiversiteit wordt gerecontextualiseerd op de toets in een nieuwe onderwijsleercontext.

Deze hoofdlijnen worden hieronder gevolgd bij het bespreken van de effectiviteit van OLS 2 en het formuleren van ontwerp vragen voor OLS 3.

Effectiviteit van OLS 2 voor het oefenen met recontextualiseren

OLS 2 is erin geslaagd de meeste leerlingen tijdens het groepswerk te laten recontextualiseren. Uit de leerlingendialogen van les 4 en 5 zijn fragmenten gepresenteerd en besproken waarin leerlingen recontextualiseren. De leerlingen wisselen in de gesprekken voortdurend tussen concept en context en andersom. Er is een spanningsveld gecreëerd tussen het definiëren van het concept biodiversiteit, waarmee bepaald wordt wat er precies moet worden gemeten, geteld, gemonitord en bemonsterd, en het formuleren van beslissingscriteria en een advies, waarmee bepaald wordt hoeveel de biodiversiteit mag veranderen, met welke consequenties en welke voorzorgsmaatregelen er genomen zullen moeten worden. Met de ecologische voorkennis over ecosystemen en voedselketens konden deze 6 vwo'ers vragen bedenken die leidden tot een verdere verkenning van de context en een nadere uitwerking van het concept biodiversiteit.

Er is in de tweede casestudie beperkt gebruikgemaakt van schriftelijk materiaal. De leerlingen kregen weinig opdrachten met werkbladen die moesten worden ingevuld. De schriftelijke neerslag is daardoor beperkt gebleven. Mogelijk had meer schriftelijk materiaal de reflectiemomenten efficiënter gemaakt. Daarnaast gaf de docent duidelijk de behoefte te kennen aan aanvullingen op de docentenhandleiding. Het wisselen van concept naar context en andersom is voor de leerlingen waarschijnlijk minder waarneembaar en benoembaar geworden dan beoogd.

Meer schriftelijk materiaal zou een verbetering van de dataverzameling voor het onderzoek kunnen zijn. Daarbij moeten de werkbladen wel functioneel zijn voor de OLS. Extra bronnen zouden meer inzicht kunnen geven in de ervaring die de leerlingen hebben opgedaan met recontextualiseren.

Tabel 6.11 Uitgevoerd curriculum per onderwijsleeractiviteit (OLA). Kolom 4 'Beoogd effect' verwijst naar de leerdoelen in de tabellen 6.2. Leerdoelen zijn steeds aangeven met L2.1 (tweede casestudie, leerdoel 1). CBD betekent in deze tabel (het) concept biodiversiteit. De schaalverdeling onvoldoende – goed is toegelicht in de tekst.

Activiteit	Lesmateriaal	Omschrijving	Uitvoering	Beoogd effect
OLA 2.1	Opdracht 1 Zes vragen over het practicummateriaal.	Inleiding, kennismaking met CBD. Klassikaal.	Goed	L2.1- L2.3
OLA 2.2	Werkbladen bij het practicum	Vorbereiding op het snijpracticum (SE). Duo's	Goed	Vorbereiding op practicum
OLA 2.3	Geen	Klassikaal gesprek	Ruim voldoende	L2.1-L2.3
OLA 2.4	Werkbladen bij het practicum Opdracht 2 reflectie op het practicum. Werkblad.	Snijpracticum (SE) Duo's	Goed	SE vaardigheden
OLA 2.5	Geen	Klassikaal gesprek over betekenis CBD	Matig	L2.4-L2.7
OLA 2.6	Geen	Klassikaal gesprek over practicum	Matig	L2.8-L2.10
OLA 2.7	Opdracht 3 Verschillende bronnen per team. Geen werkbladen.	Bronnenstudie Duo's	Matig	L2.8-L2.10
OLA 2.8	Eigen notities leerlingen	Klassikaal gesprek over betekenis CBD	Ruim voldoende	L2.8-L2.10
OLA 2.9	Opdracht 4 Toelichting op het definiëren van CBD, toelichting jigsawmethode Hw: bronnenbundel met vragen. Geen werkbladen.	Huiswerk in duo's: bronnen raadplegen en bespreken	Goed	L2.11-L2.12
OLA 2.10a	Geen	Klassikale bespreking van het huiswerk	Ruim voldoende	L2.11-L2.12

Bereikt effect	Toelichting en mogelijke verklaringen
Goed	Kort klassikaal gesprek over voorbeelden van soortenrijke ecosystemen. CBD krijgt betekenis als 'verscheidenheid in de levende natuur', zie Tabel 6.4, zie fragment [2:1.B19.1].
Goed	Vooral nuttig ter voorbereiding op het practicum. Leerlingen laten een goede werkhouding zien.
Onvoldoende	Er wordt een schema over soortkenmerken op het bord gemaakt dat blijft staan tot de volgende les. OLA 2.1 draagt meer bij aan bereiken doelen dan OLA 2.3. Docent moet improviseren.
Goed	De conceptuele relaties die gelegd worden tussen CBD en taxonomische begrippen in L2.4 – L2.7 zijn mogelijk weinig authentiek, waarmee ook specialiseren in een Rijk geen authenticiteit bezit en daardoor niet geschikt is als onderwijsleercontext.
Onvoldoende	Er is weinig tijd over, het practicum heeft prioriteit. In het klassikale gesprek wordt het kenmerkschema (bord) niet meer aangepast. Leerdoelen OLS 2 (Tabel 6.2) L2.4 t/m L2.7 worden waarschijnlijk niet bereikt. Gesprek is een opmaat naar les 3.
Matig	Klassengesprek is inleiding op duo-opdracht. Leerlingen krijgen opdracht een verband te leggen tussen de concepten 'Rijk' en 'biodiversiteit'. Het gevraagde verband heeft waarschijnlijk te weinig overeenkomst met authentieke handelingspraktijken, waardoor OLA 2.6 waarschijnlijk niet als geschikt kan worden beschouwd.
Onvoldoende	Leerlingen praten meer dan dat zij lezen. Er wordt niet nauwkeurig gelezen.
Ruim voldoende	Docent introduceert de doelcontext 'gaswinning in het Waddengebied' en CBD als 'index' zonder een definitie te geven (zoals gepland). stuurt aan op de formulering van alle componenten van de werkdefinitie (docentenhandleiding), maar geeft de werkdefinitie niet, zoals gepland. Niet alle bijdragen van leerlingen komen op bord. Docent moet improviseren. Leerdoel L2.8 wordt in redelijke mate bereikt. L2.9 niet, waarschijnlijk omdat een 'Rijk-specifieke' definitie van CBD mogelijk niet authentiek is. Leerlingen begrijpen snel dat CBD over alle Rijken gaat.
Goed	Beide gevolgde duo's besteden ruim een uur aan lezen en bespreken. Bronnen worden niet diepgaand bestudeerd. Er worden veel vragen gesteld en er wordt veel besproken, waarbij oplossingen worden bedacht. De vragen volgen niet de vraagstructuur van OLS 2, maar worden gestuurd door de doelcontext: de opdracht advies uit te brengen over nieuwe gaswinning in het Waddengebied.
Ruim voldoende	In overleg met docent ingepaste OLA, zie ook Tabel 6.3. Uit de protocolanalyse van OLA 2.9 en 2.10 blijkt dat leerlingen meer inzicht hebben in CBD (zie fragmenten). De schriftelijke neerslag blijft echter gering en vindt ook niet plaats op het bord tijdens OLA 2.10a. Het klassikale gesprek is een opmaat naar het geplande groepswork (OLA 2.10b).

Tabel 6.11 Vervolg

Activiteit	Lesmateriaal	Omschrijving	Uitvoering	Beoogd effect
OLA 2.10b	Opdracht 5 Toelichting praktijk: adviescommissie.	Groep: adviescommissies vergaderen over beslissingscriteria	Goed	L2.11-L2.12
OLA 2.10c	Geen	Klassikaal gesprek: reflectie op het groepswerk, inventarisatie definities CBD	Ruim voldoende	L2.11-L2.12
OLA 2.11	Opdracht 6 Hulpvragen. "... hoeven niet schriftelijk beantwoord te worden..."	Overleg in duo's:	Matig	L2.13-L2.16
OLA 2.12	Opdracht 7 Hoofdvraag en opdracht: advies, notuleren. Additioneel lesmateriaal met toelichting op de werkdefinitie van CBD	Groep: adviescommissies vergaderen over beslissingscriteria	Goed	L2.13-L2.16
OLA 2.13	Geen	Klassikaal	Ruim voldoende	L2.13-L2.16
OLA 2.14	Toets (SE deel II) Tekst met drie schrijfopdrachten. 60 min.	Individuele schriftelijke 'open boek-toets'. Al het gebruikte bronnenmateriaal mag worden geraadpleegd.	Goed	Geen leerdoel voor de toets geformuleerd
OLA 2.15	Geen	Toets bespreken	Onbekend	L2.17

Bereikt effect	Toelichting en mogelijke verklaringen
Ruim voldoende	Geplande OLA 2.10. Oplossingen die tijdens het huiswerk van de duo's aan de orde kwamen, worden ter sprake gebracht in het groepsoverleg. Leerlingen gebruiken CBD als 'index' en ontwikkelen drie van de vier componenten van de werkdefinitie. De component 'abundantie' wordt niet uitgewerkt.
Onvoldoende	In overleg met docent ingepaste OLA, zie ook Tabel 6.3. De docentenhandleiding bood te weinig structuur voor de docent om de definities van CBD adequaat te kunnen inventariseren. Uit de protocolanalyse blijkt dat uit de bijdragen van een aantal leerlingen waarschijnlijk de volledige werkdefinitie samengesteld had kunnen worden.
Matig	Gepland als huiswerk, uitgevoerd in de les, zie ook Tabel 6.3. Leerlingen bespreken hoe het groepswerk verliep. Er is weinig uitwisseling van inhoudelijke inzichten m.b.t. CBD.
Ruim voldoende	L2.13 wordt door een aantal leerlingen in redelijke mate bereikt: de dialoog gaat zowel over de opdracht, de activiteit of context (Wat gaan we doen en met welk doel?) als over het concept (Hoe kunnen we CBD omschrijven?). Er ontstaat enige ervaring met recontextualiseren en wendbaarheid in het hanteren van CBD. L2.14 wordt niet bereikt: de taxonomische context is buiten beeld geraakt, waarschijnlijk doordat de relatie om te beginnen niet authentiek is en niet past in de vraagstructuur van de leerlingen. L2.15 wordt niet bereikt: leerlingen kunnen niet expliciteren dat zij CBD wendbaar hanteren, mogelijk doordat dit in de klassikale reflectie ook niet helder wordt. De docentenhandleiding biedt hiervoor onvoldoende ondersteuning. L2.16 wordt niet expliciet op de beoogde wijze (ook hier: reflectie kan beter), maar de leerlingen zoeken wel overeenstemming in het hanteren van CBD. Te hanteren definities zijn evenzeer onderwerp van gesprek als de beslissingscriteria en het advies. OLA 2.12 is wat dit betreft een voorzetting van OLA 2.10b. De geplande fasering is slechts in geringe mate bereikt.
Matig	De ideeënrijkdom die blijkt uit de protocolanalyse komt niet optimaal naar voren in de klassikale reflectie. Het groepswerk, met name OLA 2.12 is de grootste factor geweest in het bereiken van het leerdoel L2.13. Door in groepen te oefenen hebben leerlingen geleerd te switchen in hun dialoog over de activiteit of context naar een dialoog over het concept, zie ook in deze kolom hierboven bij OLA 2.12.
<i>Geen leereffect van de toets gemeten</i>	Drie van de tien leerlingen kunnen CBD wendbaar hanteren in de nieuwe context van de toets. Zij hanteren de componenten van de werkdefinitie in eigen woorden en adequaat en zij kunnen hun werkwijze expliciet maken. Twee leerlingen presteren dit in redelijke mate. Zij gebruiken niet alle componenten en zijn minder expliciet over hun werkwijze.
Onbekend	OLA 2.15 is niet uitgevoerd. L2.17 is geformuleerd voor de toets (OLA 2.14) en de nabespreking van de toets (OLA 2.15) De toets meet het leerresultaat van de lessenreeks en in welke mate L2.17 is bereikt, zonder het effect van OLA 2.15.

Effectiviteit van OLS 2 voor het recontextualiseren op de toets

OLS 2 is erin geslaagd alle leerlingen te laten recontextualiseren op de toets. In de leestekst is het concept biodiversiteit deels impliciet. De leerlingen moeten de betekeniscomponenten van het concept biodiversiteit reconstrueren uit de gehanteerde concepten. Verder moeten de leerlingen laten zien dat zij de argumenten van de auteur met behulp van het concept biodiversiteit kunnen commentariëren.

Effectiviteit van OLS 2 voor het ontwikkelen van de werkdefinitie

De context waarbinnen het concept biodiversiteit is geïntroduceerd, de practica en de specialisatie in Rijken, correspondeerde onvoldoende met een authentieke handelingspraktijk. In reflectie is dit te verklaren door twee observaties. Ten eerste specialiseren taxonomen niet in Rijken. Ten tweede wordt het concept biodiversiteit niet gehanteerd binnen de taxonomie of de morfologie. Hoewel een morfologiepracticum geschikt zou kunnen zijn om de verscheidenheid aan levensvormen te introduceren, is het verband tussen het taxonomische concept 'Rijk' en het concept biodiversiteit vergezocht, dat wil zeggen het is geen afspiegeling van de authentieke handelingspraktijk van taxonomen. De verbetering in OLS 2 ten opzichte van OLS 1 om direct aandacht te besteden aan het concept biodiversiteit, kon door deze keuze niet goed worden getest.

De werkdefinitie van het concept biodiversiteit werd in de tweede casestudie niet aan het begin van de lessenreeks door de docent geïntroduceerd, zoals in de eerste casestudie. In de verdiepende literatuurstudie, beschreven in hoofdstuk 5, werd het concept 'context' verhelderd. In de eerste casestudie was dit concept nog niet uitgekristalliseerd. Hierdoor konden in OLS 2 de onderwijsleercontexten worden ontworpen als activiteiten en kon de functie van de activiteiten als contexten waarin de leerlingen de betekenis van het concept biodiversiteit ontwikkelen duidelijker worden vormgegeven. Na een introductie van de doelcontext, namelijk het adviseren over de gevolgen voor de biodiversiteit van nieuwe gaswinning in het Waddengebied, hebben de leerlingen onder begeleiding van de docent de werkdefinitie van het concept biodiversiteit herontdekt. Uit de protocolanalyse blijkt dat zij het concept biodiversiteit in de taxonomische context opvatten als 'verscheidenheid in de levende natuur', zonder een 'Rijk-gebonden definitie' van het concept biodiversiteit te formuleren. In plaats daarvan slaan zij deze stap in het lesmateriaal over en definiëren zij eerder dan verwacht het concept biodiversiteit als 'index', waaronder alle soorten worden gerekend, niet alleen die van het Rijk waarin zij in duo's waren gespecialiseerd.

De tweede casestudie ondersteunt de hypothese dat om leerlingen te leren recontextualiseren behalve de onderwijsleercontexten en betekenissen of betekeniscomponenten van concepten, ook de contextwisselingen en recontextualisering moeten worden afgeleid van authentieke doelcontexten. De conceptuele analyse in hoofdstuk 3 laat zien dat het concept biodiversiteit in beleidsdocumenten en in de media vaak wordt gehanteerd in de betekenis van 'natuur' en 'natuurlijke hulpbron', terwijl het concept in de ecologische literatuur als 'index' wordt gehanteerd. In het publieke debat wordt het concept biodiversiteit in verschillende betekenissen gehanteerd en moet het concept steeds opnieuw door de deelnemers aan het debat worden gerecontextualiseerd. Het concept biodiversiteit in de betekenis van 'verscheidenheid binnen een Rijk' komt in de praktijk niet voor. De betekenissen 'natuur' en 'natuurlijke hulpbron' bieden wellicht mogelijkheden voor verbetering van de introductie van het concept biodiversiteit.

De analyse van de schriftelijke resultaten van de leerlingen laat een hiaat zien, namelijk dat het onderscheid tussen de onderdelen ‘verscheidenheid’ en ‘biologische eenheden’ niet scherp is. In de lessen concentreerde de dialoog zich echter op het onderscheid tussen enerzijds ‘soortenrijkdom’, het aantal soorten, en anderzijds ‘abundantie’, het aantal individuen per soort. In de werkdefinitie zoals toegelicht in het lesmateriaal waren de onderdelen echter nog geformuleerd als ‘verscheidenheid’ en ‘biologische eenheden’. Mogelijk door de voorbereiding op de toets, of door het raadplegen van het lesmateriaal tijdens de toets is dit verwarrend geworden, juist voor beter presterende leerlingen. De overige leerlingen zijn zover niet gekomen. De oorzaak ligt mogelijk in de uitwerking van het eerste ontwerpcriterium ‘het concept biodiversiteit’ (zie hoofdstuk 3), dat in de volgende subparagraaf wordt besproken.

6.5.3 Conclusies met betrekking tot de effectiviteit van de OC’s

In deze subparagraaf worden de resultaten van de evaluatie van OLS 2 vanuit het perspectief van de ontwerpcriteria benaderd. Ontwerpcriterium 1, 2 en 3 gaan over het concept biodiversiteit. Ontwerpcriterium 4, 5 en 6 komen voort uit algemene leertheorieën: samenwerkend leren, de probleemstellende benadering en de concept-contextbenadering. Ten opzichte van hoofdstuk 4 is de terminologie verhelderd door de verdiepende literatuurstudie zoals beschreven in hoofdstuk 5.

OC 1: Het concept biodiversiteit

De meerduidigheid en contextafhankelijkheid van het concept biodiversiteit staat centraal in onderwijsleercontexten die aan de beroepspraktijk en de wetenschappelijke praktijk zijn ontleend.

Het concept biodiversiteit en de meerduidigheid en contextafhankelijkheid van het concept hebben in de tweede lessenserie vanaf les 3 een centrale plaats gekregen. Zoals geconstateerd was de taxonomische context niet adequaat voor het ontwikkelen van het concept biodiversiteit. Het doel was dat leerlingen verschillende definities van het concept biodiversiteit zouden inbrengen in het groepsoverleg door te specialiseren in een Rijk. Deze onderwijsleercontext is onvoldoende gebaseerd op een bestaande handelingspraktijk en dus onvoldoende authentiek.

Binnen de ecologische context ‘het meten van de gevolgen voor de biodiversiteit van nieuwe gasexploitatie in het Waddengebied’ komt de meerduidigheid en contextafhankelijkheid voldoende naar voren. In een van de hierboven besproken fragmenten formuleren leerlingen het inzicht dat je het concept biodiversiteit kunt definiëren op een manier die past bij je onderzoek; zie fragment [2:4.B21.24], OLA 2.10b: klassikale reflectie met de docent na afloop van het eerste groeps gesprek. Dit laat meerduidigheid zien binnen de betekenis van het concept biodiversiteit als ‘index’.

OC 2: Natuur, natuurlijke hulpbron, index

Leerlingen moeten drie betekenissen van het concept biodiversiteit, namelijk ‘natuur’, ‘natuurlijke hulpbron’ en ‘index’, kunnen onderscheiden en gebruiken.

De concepten natuur en natuurlijke hulpbron komen in de module niet aan de orde en worden dus niet in verband gebracht met bepaalde toepassingen van het begrip biodiversiteit. De

mogelijkheden van deze betekenissen van het concept biodiversiteit voor contextwisselingen zijn in de tweede casestudie onvoldoende onderzocht. De keuze voor het snijpracticum bleek achteraf situationeel-bepaald en onvoldoende te corresponderen met authentieke handelingspraktijken.

De vraag blijft dus staan hoe deze betekenissen, die uit de analyse van het concept biodiversiteit naar voren komen (zie hoofdstuk 3), kunnen worden toegepast om leerlingen te leren het concept biodiversiteit wendbaar toe te passen. In de derde casestudie worden de mogelijkheden om deze betekenissen in te passen onderzocht.

OC 3: Werkdefinitie

Leerlingen moeten de werkdefinitie van het concept biodiversiteit als 'index' leren gebruiken.

Na de introductie van de ecologische doelcontext 'adviseren over veranderingen in de biodiversiteit door nieuwe gaswinning in het Waddengebied' begonnen de leerlingen met het ontwikkelen van betekenissen van het concept biodiversiteit, waarbij zij al snel vaststelden dat soorten van alle Rijken moeten worden geteld om de biodiversiteit te meten. Vervolgens werd de component 'ruimte' toegevoegd, daarna 'tijd' en tenslotte met een ingepaste interventie en additioneel lesmateriaal ook 'abundantie', hoewel er onduidelijkheid bleef bestaan, ook tijdens de afname van de toets, over het onderscheid tussen 'verscheidenheid' en 'biologische eenheden'. Dat dit onderscheid niet helder werd, is waarschijnlijk toe te schrijven aan het gebruik van twee verschillende werkdefinities in het lesmateriaal.

- a) Biodiversiteit =_{def} verscheidenheid van biologische eenheden in ruimte en tijd.
- b) Biodiversiteit =_{def} soortenrijkdom (het aantal soorten) en abundantie (het aantal individuen per soort) in een gebied in een bepaalde periode.

Een aantal leerlingen kwam zelfstandig heel dicht bij het formuleren van de component 'abundantie'. Met een verbeterde docentenhandleiding zouden de OLA's die gericht zijn op reflectie mogelijk effectiever kunnen worden benut, waardoor de inzichten – en ook 'bijna-inzichten' – van leerlingen kunnen worden samengevat met ondersteuning van de docent. Met een verbeterd *vangnet*, dat wil zeggen meer houvast voor de docent in de vorm van meer conceptuele helderheid en duidelijkere leerdoelen, een verbeterde contextstructuur en een verbeterd verband tussen concept en context bij elke OLA in de docentenhandleiding, kan mogelijk een werkdefinitie worden ontwikkeld die door de leerlingen is samengesteld, met ondersteuning van de docent. Het *vangnet* is niet bedoeld als inhaalslag voor leerlingen die de ontwikkelingen niet kunnen volgen, maar voor het begeleiden van alle leerlingen. De term *vangnet* is in de loop van het onderzoek ontstaan doordat het soms moeilijk is om in te schatten hoe ver de leerlingen zelfstandig stappen zetten in de ontwikkeling van het concept biodiversiteit en hoeveel ondersteuning van de docent daarbij nodig is. De tweede casestudie, met name de vergelijking van inzichten die in de lessen door individuele leerlingen naar voren worden gebracht met de inzichten die zij op de toets toepassen, geeft aanwijzingen voor het bevorderen van het zelf ontwikkelen van de nodige instrumenten, een definitieheuristiek en een werkdefinitie, om het concept biodiversiteit wendbaar te kunnen hanteren.

OC 4: Samenwerkend leren

Samenwerkend leren wordt toegepast. De dialoog tussen leerlingen heeft de functie van onderwijsleercontext, analoog aan activiteiten in de praktijk, waarin onduidelijkheid kan ontstaan over de betekenis van het concept biodiversiteit.

De jigsawmethode bestaat in OLS 2 uit specialiseren in duo's om daarna twee adviescommissies van vijf specialisten samen te stellen die samen de opdracht krijgen beslissingscriteria te ontwikkelen en een advies uit te brengen. Dit heeft goed gewerkt, maar dat is niet geheel uit het ontwerp te verklaren. De bedoelde specialisatie was in Rijken. Zoals gezegd heeft dit niet goed gewerkt, omdat het een onvoldoende authentieke onderwijsleercontext is. De leerlingen hebben zich wel gespecialiseerd, maar dit gebeurt in de huiswerkopdracht voor de duo's. Bij twee duo's is een dialoog over de huiswerkopdracht van ongeveer een uur vastgelegd en geanalyseerd. In deze dialoog ontstaan vragen, worden bronnen 'gescand' en inzichten geformuleerd. Deze inzichten verschillen van de inzichten die ander duo's ontwikkelden. De bronnen waren per duo verschillend. De interactie tussen de leerlingen is een andere factor die niet nauwkeurig te voorspellen of te sturen is. De beide gevolgde duo's waren niet aselekt gekozen, maar geselecteerd op mondigheid en niveau. Waarschijnlijk heeft ook het maken van audioopnamen de leerlingen gemotiveerd om langer door te werken en de opdracht dieper door te spreken dan de andere duo's. De verschillen hebben in elk geval waarneembaar geleid tot verschillende opvattingen van het concept biodiversiteit en verschillende standpunten ten aanzien van beslissingscriteria en het uiteindelijke advies inzake de gaswinning en de gevolgen daarvan voor de biodiversiteit. Hierdoor ontstond een levendige dialoog binnen de adviescommissies en wisselde het gesprek voortdurend tussen concept en context. Een aantal leerlingen blijkt daardoor op de toets het concept biodiversiteit wendbaar te kunnen gebruiken.

OC 5: Probleemstellende benadering

De probleemstellende benadering wordt toegepast. Motivatie voor iedere volgende stap in het leerproces wordt opgeroepen door een probleemsequentie. Leerlingen weten op ieder moment wat ze moeten doen en waarom.

De ecologische context werkt probleemstellend. Het ontwikkelen van het concept biodiversiteit wordt in les 3, het huiswerk en les 4 gestuurd door eigen vragen van de leerlingen. De adviescommissies doorlopen drie stappen:

1. (Her-)oriënteren op de context 'adviseren over de gevolgen voor de biodiversiteit van nieuwe gaswinning in het Waddengebied'.
2. Definiëren van het concept biodiversiteit voor het tellen, bemonsteren, meten en monitoren van de biodiversiteit van het Waddengebied.
3. Bepalen van beslissingscriteria voor het formuleren van een advies aan de regering over het omgaan met de mogelijke gevolgen van gaswinning voor de biodiversiteit in het Waddengebied.

Deze stappen hebben een probleemstellend karakter. Oplossingen voor vragen die worden opgeroepen in stap 1 vormen nieuwe problemen bij stap 2. Leerlingen formuleren de nieuwe problemen en vragen zelf of weten welke volgende stap zij moeten doen. De stappen worden in de groeps gesprekken niet lineair maar iteratief doorlopen. Daarbij wordt voortdurend gewisseld tussen concept en context. Hierdoor ontwikkelen zij drie van de vier componenten van de werkdefinitie.

Uit de analyse van de protocollen blijkt de uitgevoerde probleemstructuur niet geheel de geplande probleemstructuur van OLS 2 volgt. De bedoeling was dat leerlingen in les 4, de eerste bijeenkomst van de adviescommissie (OLA 2.10), zouden overleggen over beslissingscriteria. Hierbij werd aangenomen dat de leerlingen het definiëren van het concept biodiversiteit als noodzakelijke stap zouden ervaren. Vervolgens zouden de leerling in les 5, het tweede overleg van de adviescommissie (OLA 2.12), hun advies formuleren, gebruikmakend van de ontwikkelde instrumenten, de werkdefinitie en de beslissingscriteria. Leerlingen probeerden echter in les 4 al adviezen te formuleren, moesten constateren dat zij over onvoldoende beslissingscriteria beschikten, stuitten op onvolledigheden in de definitie van het concept biodiversiteit, repareerden dat, en gingen terug naar het advies, de beslissingscriteria, in een iteratief proces. Dit proces zette zich voort in les 5; het tussentijds overleg in duo's (OLA 2.11) had daarop veel minder invloed dan het eerdere huiswerk in duo's (OLA 2.9).

Ten aanzien van OC 5, de probleemstellende benadering, kan geconcludeerd worden dat probleemstellend werken van cruciaal belang is geweest voor het ontwikkelen van een eigen definitie van het concept biodiversiteit en het wendbaar hanteren van het concept op de toets. Echter, in het aangepaste ontwerp (OLS 3) kan rekening worden gehouden met een probleemstructuur die dichter bij de leerlingen ligt dan de lineaire structuur van OLS 2, waardoor het leren recontextualiseren mogelijk meer kan worden gestimuleerd.

OC 6: Concept-contextbenadering

Leerlingen leren het concept biodiversiteit flexibel hanteren door het concept te recontextualiseren met behulp van de werkdefinitie wanneer de onderwijsleeractiviteit daar aanleiding toe geeft.

In de verdiepende literatuurstudie (hoofdstuk 5) zijn vijf concepten uitgewerkt die in de eerste casestudie onvoldoende bleken te zijn uitgekristalliseerd, namelijk de concepten activiteit, handelingspraktijk, concept, context en recontextualiseren. In OLS 2 zijn deze concepten succesvol toegepast. Onderwijsleeractiviteiten (OLA's) die zijn afgeleid van een authentieke handelingspraktijk vormen de contexten voor verschillende, steeds uitgebreidere betekenissen van het concept biodiversiteit. Door een aantal maal te wisselen van context en daardoor de bruikbaarheid van het tot dan toe ontwikkelde concept biodiversiteit ter discussie te stellen, recontextualiseren de leerlingen het concept biodiversiteit. Hierdoor ontdekken zij dat de betekenis van het concept soms moet worden aangepast. Zelfs als pas op dat moment de werkdefinitie wordt geïntroduceerd, heeft dit even weinig effect als de introductie bij de start van de lessenreeks in de eerste casestudie. In de toets houden leerlingen vast aan het concept van biodiversiteit voor zover zij dat hebben ontwikkeld, of vallen terug op eenvoudigere betekenissen van het concept. Het feit dat het om een open boek-toets ging en het lesmateriaal met de werkdefinitie beschikbaar was, verandert dit niet.

In de dialogen in de tweede casestudie is waarneembaar dat leerlingen de componenten van de werkdefinitie van het concept biodiversiteit zelf ontwikkelen en in de toets recontextualiseren. Het aanvullende lesmateriaal waarmee getracht werd de vierde component aan te vullen, voldoet niet. Leerlingen gebruiken op de toets de inzichten en componenten van de werkdefinitie die zij zelf uit de bronnen of van klasgenoten hebben overgenomen en hebben ontwikkeld in de dialogen. Leerlingen die tijdens de activiteiten hebben gerecontextualiseerd, kunnen meestal het concept biodiversiteit in een nieuwe onderwijsleercontext gebruiken. Zij kunnen het concept biodiversiteit herkennen in een nieuwe leestekst, ook wanneer het concept impliciet wordt gebruikt en niet expliciet wordt gedefinieerd. Zij kunnen verschillende onderdelen van de werkdefinitie in hun eigen woorden toepassen bij het becommentariëren van argumenten van de auteur. Hoewel de leerlingen de context soms niet op de juiste manier interpreteren – proefboringen (perspectief van de NAM) worden bijvoorbeeld verward met het testen van effecten op de biodiversiteit (perspectief van de leerling) – relateren de leerlingen het gebruik van het concept biodiversiteit steeds aan de context, het adviseren over de gevolgen van gaswinning op de biodiversiteit in het Waddengebied. Zij vergelijken hun eigen gebruik van het concept met de manier waarop de auteur het concept gebruikt, en baseren hun tegenargumenten op de verschillen die zij constateren. Evenals in de groeps gesprekken kunnen leerlingen in hun schriftelijke argumentatie op de toets wisselen tussen concept en context en het gebruik van het concept biodiversiteit aanpassen aan de onderwijsleercontext van de opdracht.

6.5.4 Kenmerken van een uitvoerbare en effectieve OLS

Er is na de tweede casestudie een aantal kenmerken aan te wijzen van een uitvoerbare en effectieve OLS voor het wendbaar leren hanteren van het concept biodiversiteit. Tegelijkertijd wordt duidelijk welke elementen van de OLS geoptimaliseerd moeten worden om een uitvoerbare en effectieve OLS te bereiken.

1. *Contextwisselingen*

Recontextualiseren van het concept biodiversiteit, dat wil zeggen het herzien van de betekenis van het concept biodiversiteit bij het wisselen van de context waarin het concept wordt gehanteerd, is een cognitieve activiteit die leerlingen individueel en impliciet kunnen uitvoeren, maar ook expliciet tijdens een dialoog. Bij het wisselen van context komt het concept biodiversiteit ter discussie te staan, waardoor leerlingen moeten wisselen tussen concept en context en andersom, om het doel van de activiteit te kunnen bereiken. Naarmate leerlingen dit vaker doen en er vaardiger in worden, worden zij wendbaarder in het gebruik van het concept biodiversiteit. Hoe wendbaar de leerling het concept biodiversiteit uiteindelijk kan hanteren, hangt echter niet uitsluitend af van zijn ervaring met recontextualiseren, maar ook van de kennis van de context waarin het concept wordt gehanteerd. Een nieuwe context moet bekende elementen bevatten en moet verkend worden, zodat de leerling kan bepalen wat hij met het concept biodiversiteit moet doen. De tweede casestudie geeft aanleiding om de leerlingen beter te informeren over de handelingspraktijken waarvan de OLA's zijn afgeleid.

2. *Probleemstructuur*

In de tweede casestudie is de probleemstructuur gekoppeld aan de conceptstructuur en de contextstructuur. Doordat de context verandert, moeten de leerlingen recontextualiseren, wat wil zeggen dat zij de betekenis van het concept biodiversiteit moeten mee-veranderen. De contextwisseling vormt de motivatie voor het recontextualiseren van het concept biodiversiteit. Specifiek probleemstellend aan deze benadering is de vraag 'wat moet ik nu doen (met het concept biodiversiteit)'. De aandacht verplaatst. Eerst staat het doel van de activiteit centraal, dan het middel: de taal. Het concept biodiversiteit is als onderdeel van de taal een middel om het doel van de activiteit te bereiken. Boersma (2011, p.20) spreekt in dit verband van een *tool*, een instrument.

In de tweede casestudie verschilde de geplande probleemstructuur van de uitgevoerde probleemstructuur. De docent moest improviseren om de leerlingen verder te helpen. Contextwisselingen en een daarmee samenhangende opbouw van betekenissen van het concept biodiversiteit geven de rode draad aan van de probleemstructuur. De vragen die daardoor bij leerlingen worden opgeroepen, vormen bij de uitvoering de daadwerkelijke probleemstructuur. De docent heeft de geplande probleemstructuur nodig als *vangnet* om adequaat met de vragen van leerlingen om te kunnen gaan. Hoe beter die vragen kunnen worden voorspeld, hoe beter de docent het leerproces kan begeleiden.

3. *Definities*

Het heeft de voorkeur dat leerlingen de ontwikkelde betekenissen vastleggen door middel van definities. Definities geven de leerlingen en de docent houvast bij reflecties op de conceptuele ontwikkeling ter voorkoming van vastlopen, het ontstaan van herhalingen in de dialogen en het uit het oog verliezen van het doel van de activiteiten.

De ontwikkelde werkdefinitie is een sterk punt van de OLS, maar de functie van de werkdefinitie in de OLS behoeft nader onderzoek in de derde casestudie. Uit de eerste casestudie bleek dat het geven van de werkdefinitie niet effectief is. De tweede casestudie laat zien dat leerlingen de componenten van de werkdefinitie zelf kunnen ontwikkelen en geeft aanleiding voor de hypothese dat de werkdefinitie het meest effectief is als controlemiddel voor de docent. Terwijl de leerlingen zelf een werkdefinitie ontwikkelen die correspondeert met de controle-werkdefinitie, controleert de docent stap voor stap de vorderingen en stelt zo nodig bij aan de hand van vragen die bij leerlingen door de contextwisselingen zijn opgeroepen.

De analyse van de protocollen en de resultaten op de toets met betrekking tot recontextualiseren doen vermoeden dat leerlingen de componenten van de werkdefinitie recontextualiseren voor zover zij die tijdens de lessen zelf hebben ontwikkeld. Het is kennelijk belangrijk dat elke individuele leerling de inzichten ontwikkelt die leiden tot de werkdefinitie. Een prima werkdefinitie als groepsresultaat hoeft dus niet te betekenen dat elke leerling voldoende tussenstappen heeft gemaakt in de ontwikkeling van de werkdefinitie en voldoende ervaring heeft opgedaan met recontextualiseren. In het groepswerk liften zwakkere leerlingen ogenschijnlijk mee met de sterkere leerlingen, maar in werkelijkheid raken sommige leerlingen achter in het leerproces. In principe is elke leraar hiermee bekend. De OLS moet echter voorzien in voldoende middelen en momenten voor de klassikale reflectie. Reflectie is nodig op de ontwikkeling van de werkdefinitie, op de shift

tussen context en concept en andersom, en op het recontextualiseren, om alle leerlingen te laten meekomen bij de volgende contextwisseling.

6.6 Ontwerpvragen en aanpassingen derde casestudie

Effectieve contextwisselingen in de tweede casestudie bestonden uit wisselingen van OLA's die waren afgeleid van steeds dezelfde handelingspraktijk. Zijn contexten en contextwisselingen die zijn afgeleid van verschillende handelingspraktijken effectiever? Is het uitvoerbaar en effectief om met dat doel OLA's af te leiden van handelingspraktijken waarin het concept biodiversiteit niet als 'index' wordt gebruikt, maar 'natuur' of 'natuurlijke hulpbron' betekent?

Ontwerpvraag 1 voor OLS 3

Welke contexten en betekenissen moeten worden gehanteerd bij een uitvoerbare en effectieve introductie van het concept biodiversiteit waarbij de meerduidigheid en contextafhankelijkheid van het concept wordt benadrukt, en leidt dit tot een verbetering van de effectiviteit?

De tweede casestudie doet vermoeden dat leerlingen het concept biodiversiteit beter kunnen recontextualiseren naarmate zij meer hebben bijgedragen aan de ontwikkeling van de werkdefinitie van het concept biodiversiteit. Mogelijk kan een verbetering van de schriftelijke verslaglegging de tussentijdse reflectie verbeteren, en kan een verbeterde reflectie leiden tot betere resultaten op de toets met betrekking tot recontextualiseren.

Ontwerpvraag 2 voor OLS 3

Welke uitvoerbare aanpassingen van de OLS leiden tot verbetering van de ondersteuning van de docent bij het begeleiden van alle leerlingen bij dit ontwikkelproces, en leidt dit tot een verbetering van de effectiviteit?

In hoofdstuk 7 worden de bevindingen van hoofdstuk 4, 5 en 6 uitgewerkt in OLS 3 en geëvalueerd in de derde casestudie.