Recontextualiseren van het concept biodiversiteit

Het ontwikkelen van een onderwijsleerstrategie voor
het recontextualiseren van het concept biodiversiteit
in de bovenbouw biologie havo en vwo

Daan van Weelie

Van Weelie, Daniël

Recontextualiseren van het concept biodiversiteit. Het ontwikkelen van een onderwijsleerstrategie voor het recontextualiseren van het concept biodiversiteit in de bovenbouw biologie havo en vwo / D. van Weelie – Utrecht: Freudenthal Institute for Science and Mathematics Education, Faculty of Science, Utrecht University / FIsme Scientific Library (formerly published as CD-β Scientific Library), no. 84, 2014.

Proefschrift Universiteit Utrecht. Met referenties. With a summary in English.

ISBN: 978-90-7334-676-5

Trefwoorden: voortgezet onderwijs / biologie / concept / context / recontextualiseren / transfer / biodiversiteit / ontwerponderzoek / didactiek

Key words: secondary education / biology / concept / context / recontextualising / transfer / biodiversity / design research

Omslagontwerp: Faculty of Science, Utrecht University / Nathalie Kuijpers

Foto: Staatsbosbeheer / M. Veenendaal. De Feugelpôlle op Ameland is een belangrijke broedplaats voor de Grote stern (*Thalasseus sandvicensis*).

Opmaak: Tara Kinneging, Persoonlijk Proefschrift.
Druk: Ipskamp Drukkers.

Dit proefschrift is gedrukt op FSC-gecertificeerd papier.

© 2014 Daan van Weelie, Hemrik, the Netherlands.

Recontextualiseren van het concept biodiversiteit

Het ontwikkelen van een onderwijsleerstrategie voor
het recontextualiseren van het concept biodiversiteit
in de bovenbouw biologie havo en vwo

Recontextualising the Concept of Biodiversity
Designing a learning-and-teaching strategy for
recontextualising the concept of biodiversity
in upper secondary biology education

(with a summary in English)

Proefschrift

ter verkrijging van de graad van doctor aan de Universiteit Utrecht op
gezag van de rector magnificus, prof.dr. G.J. van der Zwaan, ingevolge
het besluit van het college voor promoties in het openbaar te verdedigen
op woensdag 19 november 2014 des middags te 12.45 uur

door

Daniël van Weelie

geboren op 4 februari 1970

te Wassenaar

Promotor: Prof.dr. K.Th. Boersma

Voor Elvire en Arthur

Inhoudsopgave

Inhoudsopgave **6**

1. Inleiding **9**

1.1 Totstandkoming en doelstelling van het onderzoek 10

1.2 Ontwikkelingen in het biologieonderwijs 12

1.3 Opvattingen over biologieonderwijs en biologiedidactiek 14

1.4 Het concept biodiversiteit 17

1.5 Hoofdlijnen van dit proefschrift 21

2. Onderzoeksdesign en methoden **23**

2.1 Inleiding 24

2.2 Ontwikkelingsonderzoek 24

2.3 Design en verloop van de studie 27

2.4 Consequenties voor de OLS afleiden uit de casestudies 42

3. Het concept biodiversiteit **47**

3.1 Inleiding 48

3.2 Het definiëren van het concept biodiversiteit 48

3.3 Toepassingen van de werkdefinitie 57

3.4 Conclusies van de conceptuele analyse 73

3.5 Ontwerpcriteria 74

4. Eerste casestudie **77**

4.1 Inleiding 78

4.2 Ontwerpcriteria en leerdoelen 78

4.3 OLS 1 en eerste lessenreeks 83

4.4 Eerste casestudie: evaluatie van OLS 1 90

4.5 Conclusies 115

4.6 Vragen voor de verdiepende literatuurstudie 127

5. De concept-contextbenadering avant la lettre **131**

5.1 Inleiding 132

5.2 Onderzoeksvraag voor de verdiepende literatuurstudie 133

5.3 Ontwikkeling van de concept-contextbenadering 136

5.4 Conclusie 143

5.5 Ontwerpvragen voor de tweede casestudie 146

6. Tweede casestudie 151
6.1 Inleiding 152
6.2 Bevindingen uit de voorafgaande onderzoeksfasen 152
6.3 OLS 2 en de tweede lessenreeks 154
6.4 Tweede casestudie: evaluatie van OLS 2 163
6.5 Conclusie 206
6.6 Ontwerpvragen en aanpassingen derde casestudie 221

7. Derde casestudie 223
7.1 Inleiding 224
7.2 Bevindingen uit de voorafgaande onderzoeksfasen 225
7.3 OLS 3 en de derde lessenreeks 227
7.4 Derde casestudie: evaluatie van OLS 3 240
7.5 Conclusies en aanpassingen 290
7.6 Tot besluit 303

8. Conclusies en aanbevelingen 305
8.1 Inleiding 306
8.2 Een uitvoerbare en effectieve OLS 308
8.3 Reikwijdte van recontextualiseren 320
8.4 Aanbevelingen voor een ontwikkelstrategie 322
8.5 Aanbevelingen voor een algemenere OLS 325
8.6 Consequenties voor biologieonderwijs en vervolgonderzoek 326

Referenties 331
Samenvatting 343
Summary 351
Dankwoord 359
Curriculum vitae 364

Hoofdstuk 1

Inleiding

1.1 Totstandkoming en doelstelling van het onderzoek 10

1.2 Ontwikkelingen in het biologieonderwijs 12
Biodiversiteit een van de kernconcepten in het nieuwe examenprogramma 13
Wendbaarheid en recontextualiseren 13

1.3 Opvattingen over biologieonderwijs en biologiedidactiek 14
Onderwijsopvatting 14
Scientific literacy 14
Het concept 'concept' 15
Biologiedidactisch ontwikkelingsonderzoek 16

1.4 Het concept biodiversiteit 17
Habitatvernietiging 18
Overexploitatie 19
Uitroeiing 19
Introductie van exotische soorten 19
Klimaatverandering 20
De waarde van biodiversiteit 20

1.5 Hoofdlijnen van dit proefschrift 21

1.1 Totstandkoming en doelstelling van het onderzoek

Biodiversiteit, met name de zorgen over de achteruitgang van de biodiversiteit die in de jaren 80 en 90 in de samenleving groeiden, is de directe aanleiding geweest voor het onderzoek waarvan in dit proefschrift verslag wordt gedaan. Een opdracht van het toenmalige *Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij (LNV)* gaf in 1995 de eerste aanzet tot het onderzoeken van de geschiktheid van het concept biodiversiteit voor *natuur- en milieu-educatie* en de destijds nieuwe *tweede fase* van het voortgezet onderwijs. Met de resultaten van dit onderzoek (Van Weelie & Wals, 1998) werden vervolgens lessen en lesmaterialen ontwikkeld, geëvalueerd en bijgesteld in een reeks van casestudies, resulterend in een lespakket voor het onderwijzen en leren van het concept biodiversiteit in de bovenbouw biologie havo en vwo (Van Weelie, Damoiseaux, & Van Straaten, 2000) een Engelstalig rapport voor het *Informatie en Kennis Centrum (IKC) Natuurbeheer* (Van Weelie & Wals, 1999) en een drietal wetenschappelijke publicaties (Van Weelie & Wals, 2002; Van Weelie, Boersma, Margadant-van Arcken, & Van der Meij, 2002; Van Weelie, 2001). De contouren waren gevormd voor een onderwijsleerstrategie voor het *recontextualiseren* van het concept biodiversiteit.

Het concept recontextualiseren wortelt in de cultuurhistorische theorie (Van Oers, 1998b). Het houdt in dat leerlingen leren dat de betekenis van een biologisch concept niet gefixeerd is in een definitie, maar wordt aangepast aan de manier waarop het concept in een bepaalde context wordt gehanteerd door professionals, of door leerlingen zelf binnen een daartoe ontworpen onderwijsleercontext. Het in 2000 opgeleverde lesmateriaal is gebaseerd op een wisselwerking tussen concept en context, zij het dat deze wisselwerking nog niet grondig wetenschappelijk was beproefd. Concepten, contexten en recontextualiseren zijn inmiddels bekende termen binnen het biologieonderwijs en de biologiedidactiek. De concept-contextbenadering was in het begin van de 21^{e} eeuw echter nog in ontwikkeling. Dit waren destijds geen alledaagse termen om biologieonderwijs te beschrijven. Hoofdstuk 5 gaat dieper in op de cultuurhistorische theorie als achtergrond van dit onderzoek.

In 2005 verscheen het basisdocument van de *Commissie Vernieuwing Biologie Onderwijs (CVBO)* (Boersma et al., 2005), de concept-contextbenadering werd verder uitgekristalliseerd (Boersma, Eijkelhof, Van Koten, Siersma, & Van Weert, 2006) gevolgd door het rapport *Leerlijn Biologie van 4 tot 18 jaar* van dezelfde commissie (Boersma et al., 2007). In 2007 werd duidelijk dat het nieuwe examenprogramma biologie voor havo en vwo zou worden geënt op de concept-contextbenadering. Bovendien heeft het concept biodiversiteit in de *Leerlijn Biologie* (2007) en ook in het eindrapport van de CVBO (2010) een plaats gekregen in de *systeemmatrix* waarin de selectie van kernconcepten voor het examenprogramma is weergegeven. Aansluitend bij deze ontwikkeling werd in 2007 gestart met de *secundaire analyse* van de tijdens het biodiversiteit-project verzamelde gegevens met als doel een praktische en wetenschappelijke gefundeerde onderwijsleerstrategie voor het recontextualiseren van het concept biodiversiteit te ontwikkelen. Tegelijkertijd bracht de CVBO de concept-contextbenadering tot volledige ontwikkeling (Boersma, 2011; Boersma, Kamp, Van den Oever, & Schalk, 2010). Op proefscholen werd lesmateriaal ontwikkeld, docenten werden geschoold en er verscheen wetenschappelijk onderzoek naar

recontextualiseren in het biologieonderwijs (Wierdsma, 2012). Tegen de achtergrond van deze ontwikkelingen werd het onderzoek uitgevoerd waarvan verslag is gedaan in dit proefschrift.

De concept-contextbenadering neemt maatschappelijke praktijken, *handelingspraktijken* genoemd, als uitgangspunt voor de selectie van concepten en contexten voor het examenprogramma (Boersma, Kamp, Van den Oever, & Schalk, 2010). Voor het biologieonderwijs impliceert de concept-contextbenadering het volgende:

- Leerlingen moeten biologische concepten in nieuwe contexten kunnen hanteren.
- Contexten worden benut om het biologieonderwijs voor leerlingen relevanter en actueler te maken.
- Leerlingen moeten leren betekenissen van concepten aan te passen aan de context waarin ze moeten worden gebruikt; dit proces wordt aangeduid als *recontextualiseren* (Boersma, Kamp, Van den Oever, & Schalk, 2010, p.52).

Op het havo- en vwo-examen biologie wordt van leerlingen verwacht dat zij met behulp van hun biologische kennis nieuwe vraagstukken oplossen in contexten die nieuw zijn voor hen, dat wil zeggen, anders dan de context of contexten waarin het concept is aangeleerd. Een leerling die in staat is om een biologisch concept in een nieuwe context te recontextualiseren heeft het concept in de terminologie van de concept-contextbenadering *wendbaar* leren hanteren. De nieuwe examens toetsen of leerlingen biologische concept wendbaar kunnen hanteren. De eerste nieuwe havo-examens biologie worden in het schooljaar 2014-2015 afgenomen. Leerlingen die eenmaal geleerd hebben om hun kennis wendbaar toe te passen, blijken beter om te kunnen gaan met nieuwe vraagstellingen in nieuwe contexten (Boersma, Kamp, Van den Oever, & Schalk, 2010). Reeds decennia lang wordt onderzocht waardoor leerlingen het moeilijk vinden om kennis toe te passen in een andere context dan de aanleercontext (Boersma, Eijkelhof, Van Koten, Siersma, & Van Weert, 2006, p.2; Boersma, Kamp, Van den Oever, & Schalk, 2010, p.52,91; Bruning & Michels, 2013, p.22; Wierdsma, 2012, § 1.2, p.14-22). De verwachting dat het recontextualiseren van concepten een belangrijk onderdeel is van de oplossing van het *transfervraagstuk* lijkt in toenemende mate wetenschappelijk te kunnen worden onderbouwd. Dit proefschrift beoogt aan deze onderbouwing bij te dragen.

Het in dit proefschrift beschreven onderzoek heeft tot doel de notie van wendbaarheid te operationaliseren als het recontextualiseren van een biologisch concept, en een onderwijsleerstrategie voor het recontextualiseren van het concept biodiversiteit te ontwikkelen die wordt uitgewerkt in lessenreeksen voor de bovenbouw havo en vwo. Aan de hand van het primaire onderzoek naar het in de periode 1995-2000 uitgevoerde curriculum wordt geanalyseerd welke onderdelen van de onderwijsleerstrategie uitvoerbaar en effectief zijn gebleken en welke onderdelen moeten worden aangepast om de leerdoelen te bereiken.

De onderzoeksvraag (OV) van dit onderzoek wordt als volgt geformuleerd:

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?*

Tot zover zijn de totstandkoming en de doelstelling van het onderzoek beschreven. In het resterende gedeelte van hoofdstuk 1 wordt de hierboven geformuleerde onderzoeksvraag nader ingeleid. De diverse deelvragen van het onderzoek worden in hoofdstuk 2 besproken, in samenhang met de betreffende onderzoeksfasen.

De hierboven geformuleerde onderzoeksvraag is een ontwerpvraag. De keuze voor de methode van ontwikkelingsonderzoek ligt daarom voor de hand. In § 1.2 wordt de achtergrond van ontwikkelingsonderzoek geschetst. In hoofdstuk 2 wordt dieper ingegaan op het onderzoeksdesign van het in dit proefschrift beschreven onderzoek. In § 1.3 wordt het concept biodiversiteit geïntroduceerd. Deze introductie sluit aan bij hoofdstuk 3 waarin de analyse van het concept biodiversiteit wordt beschreven. In § 1.4 wordt het concept recontextualiseren ingeleid. Tot besluit van dit hoofdstuk worden in § 1.5 de hoofdlijnen van het proefschrift uiteengezet.

1.2 Ontwikkelingen in het biologieonderwijs

Het biologieonderwijs in Nederland is recent vernieuwd. Vanaf december 2004 heeft de hierboven genoemde CVBO een grondige vernieuwing van het examenprogramma biologie doorgevoerd, met als doel het biologieonderwijs in de genoemde opzichten te verbeteren. De CVBO beoogt met het vernieuwde examenprogramma voor havo en vwo het programma actueler en relevanter te maken voor leerlingen. De CVBO heeft een nieuwe selectie van kernconcepten gemaakt die meer aanknopingspunten biedt om verbanden te leggen tussen de verschillende organisatieniveaus in de biologie. In het eindrapport van de CVBO worden positieve conclusies getrokken ten aanzien van deze doelstellingen op basis van een volledig examenexperiment waaraan zeven scholen hebben deelgenomen (Boersma, Kamp, Van den Oever, & Schalk, 2010, p.20-22, zie ook p. 60 e.v.). De CVBO stelt daarnaast een doorlopende leerlijn voor van het basisonderwijs tot het hoger beroepsonderwijs en het wetenschappelijk onderwijs (Boersma et al., 2007; Boersma, Kamp, Van den Oever, & Schalk, 2010).

Het vernieuwde examenprogramma havo en vwo is per 1 augustus 2013 vanaf het vierde leerjaar ingevoerd. Dit betekent dat de eerste nieuwe havo-examens in het schooljaar 2014-2015 zullen plaatsvinden.

De inhoud van het examenprogramma is herzien en richt zich op het hanteren van concepten in voor leerlingen relevante contexten. Een concept is een begrip waarmee een aanzienlijke hoeveelheid relevante biologische kennis kan worden gestructureerd. Bij de keuze van concepten zijn organisatieniveaus onderscheiden. De geselecteerde concepten zijn geordend in een systeemmatrix, zodanig dat een zo specifiek mogelijke relatie is gelegd tussen organisatieniveaus en algemene kenmerken van biologische systemen.

Biodiversiteit een van de kernconcepten in het nieuwe examenprogramma

Het concept biodiversiteit is een van de geselecteerde concepten in het examenprogramma van zowel het havo als het vwo (Boersma, Kamp, Van den Oever, & Schalk, 2010, p.16, 26-27). Het concept is relevant voor vervolgopleidingen en *bio-based* beroepspraktijken en wetenschappelijke praktijken. Daarnaast heeft het concept maatschappelijke relevantie voor het denken over natuurbehoud en daarmee een educatieve waarde. De educatieve waarde kan benadrukt worden in een doorlopende leerlijn van basisonderwijs, via de onderbouw van havo en vwo naar het examenprogramma in de bovenbouw. In het basisonderwijs en in de onderbouw zal biodiversiteit dan vooral in de leefwereldcontext behandeld worden (Boersma et al., 2007). Van Graft heeft voor het basisonderwijs een conceptueel kader en lesmateriaal ontwikkeld vanuit de concept-contextbenadering, waarin het concept biodiversiteit expliciet aan de orde komt in voorbeeldmateriaal B1 en B2 (Van Graft, 2009; Van Graft, Boersma, Goedhart, Van Oers, & De Vries, 2009). Lesmateriaal over biodiversiteit voor de onderbouw havo en vwo zou hierop aan kunnen sluiten en tegelijkertijd een voorbereiding kunnen zijn op biodiversiteit in de context van beroepen, natuurbeleid en wetenschappelijk onderzoek in de bovenbouw biologie.

Wendbaarheid en recontextualiseren

In het nieuwe examenprogramma is het wendbaar leren toepassen van biologische concepten in de eindtermen opgenomen. In de toelichting wordt de noodzaak benadrukt van leren recontextualiseren (Boersma, Kamp, Van den Oever, & Schalk, 2010, p.52, 76).

> Als leerlingen concepten in meerdere contexten moeten kunnen gebruiken is het onvermijdelijk dat zij een eenmaal ontwikkeld concept moeten leren recontextualiseren in andere contexten waarbinnen dat concept biologische kennis structureert. Zij moeten met andere woorden concepten wendbaar leren gebruiken (Boersma et al., 2007, p.14).

Dit proefschrift beschrijft een ontwikkelingsonderzoek waarin de notie van wendbaarheid is opgevat als het flexibel hanteren van concepten in nieuwe contexten. Een concept wordt in dit proefschrift opgevat als een centraal begrip van een kennisgebied. Binnen dat kennisgebied verbindt en structureert een concept een netwerk van een relatief groot aantal begrippen. Concepten zorgen voor samenhang en daarmee voor de toepasbaarheid van kennis. Flexibel hanteren van een concept houdt in dat de betekenis van het concept aan de nieuwe context wordt aangepast, of *gerecontextualiseerd*, waarbij de met de aangepaste betekenis van het concept samenhangende kennis wordt aangesproken. Hoewel de betekenis van het concept in de nieuwe context verandert, blijft het concept hanteerbaar. Het wendbaar of flexibel hanteren van een concept houdt het recontextualiseren van het concept in, het aanpassen van de betekenis van het concept in een nieuwe context. Voor het recontextualiseren van het concept biodiversiteit wordt in dit onderzoek getracht een onderwijsleerstrategie te ontwikkelen.

1.3 Opvattingen over biologieonderwijs en biologiedidactiek

In deze paragraaf worden de visie op onderwijs en de theoretische achtergronden en uitgangspunten geschetst die van invloed zijn geweest op dit proefschrift.

Onderwijsopvatting
In dit proefschrift worden aspecten onderzocht van de conceptuele ontwikkeling bij leerlingen in de bovenbouw havo en vwo. Een belangrijke taak van het onderwijs in het algemeen is cultuuroverdracht, kinderen wegwijs maken in onze cultuur, in hun cultuur. Voor een deel ligt die taak uiteraard ook bij het biologieonderwijs. Onderwijs geeft kinderen het gereedschap mee waarmee zij een eigen zinvolle bijdrage aan zowel hun eigen bestaan als aan de samenleving kunnen leveren. De pedagogische kant van het onderwijs is dat het nuttig of de moeite waard is voor het kind, de instrumentele kant ervan is dat het nuttig is voor de samenleving.

De instrumentele taak van het onderwijs is kinderen opleiden tot zelfstandige deelnemers aan de samenleving. Een groot aandeel in die taak ligt bij het voortgezet onderwijs, hoewel dat aandeel voor een belangrijk deel bestaat uit opleiden voor een vervolgopleiding. De pedagogische taak van het onderwijs is het kind de gelegenheid geven tot zelfontwikkeling. De adolescentie is een belangrijke periode in de sociaal-emotionele groei van een kind naar volwassenheid. In de periode dat kinderen het voortgezet onderwijs doorlopen, vinden ingrijpende persoonlijke veranderingen en keuzes plaats. Zelfontwikkeling en zelfstandig burger worden, liggen in elkaars verlengde en zijn onlosmakelijk met elkaar verbonden, omdat het kind zich ontwikkelt en leert in interactie met de omgeving. Er kan echter ook frictie ontstaan tussen instrumentele doelen en pedagogische doelen van het onderwijs. Wat in het belang is van de samenleving is niet altijd in het belang van het individu en omgekeerd. Een uit het leven gegrepen voorbeeld daarvan is de consequentie van het Nederlandse onderwijssysteem voor een zeer dyslectisch leerling die voor alle vakken cijfers haalt op vwo-niveau, maar voor het vak Engels geen 5 kan scoren. Voor die leerling is Engels een ware *bottleneck*, omdat uitval op dit vak alleen omzeild kan worden door voor alle vakken op een lager onderwijsniveau examen te doen, in plaats van alleen voor Engels. Dit spanningsveld zet steeds opnieuw aan tot denken over onderwijs. Het is de bron van zowel bekende en beproefde tradities als de vele stromingen en vernieuwingen die het onderwijs kent. Onderwijs is nooit vanzelfsprekend.

Scientific literacy
Scientific literacy is vaak een van de doelstellingen in natuurwetenschappelijk onderwijs, ook al is die doelstelling niet altijd expliciet. Het ideaal van *scientific literacy* is de opvatting dat iedereen zich in voldoende mate zou moeten ontwikkelen om te kunnen omgaan met de wetenschappelijke informatie die voor hem of haar relevant is, zoals een medische bijsluiter, of de statistieken in het verkiezingsprogramma van een politieke partij. *Scientitic literacy* wordt binnen deze opvatting gezien als relevant voor het dagelijks leven, in verband met hygiëne, gezondheid en veiligheid, maar ook voor een volwaardige deelname aan de samenleving, waarbij verband wordt gelegd met historisch besef, politiek inzicht en begrip van de omgeving, zoals de levende natuur en het milieu. Andere termen die voor hetzelfde ideaal worden gehanteerd zijn *environmental literacy*, *public understanding of science*, en *science and technology literacy*. Sommige auteurs hanteren de term *biodiversity literacy* (Wisconsin Center for Environmental Education & World Wildlife Fund, 1996).

In de afgelopen drie decennia heeft het voormalige Centrum voor de Didactiek van Natuurwetenschappen en Wiskunde (CD-ß), tegenwoordig onderdeel van het Freudenthal Institute for Science and Mathematics Education (FIsme) veel onderzoek gedaan waarvan *scientific literacy* een onderdeel was, al werd het concept *scientific literacy* niet altijd letterlijk genoemd.

> We spoke of efforts to relate science to the life world of the pupils, to prepare pupils for democratic decision making, to involve pupils through realistic mathematics education, to raise awareness for environmental issues and to promote insight into the nature of science. Curriculum projects included physics education (PLON), environmental education (NME-VO), general science education (ANW), mathematics education, and […] chemistry education […]. In more detailed empirical studies we have built an understanding of how these goals could be attained for specific topics, such as radioactivity, biodiversity (Van Weelie, 2001) and environmental decision making (Kortland, 2001). Recently the group of Margadant (2001) […] joined us with their work to give environmental literacy a firm scientific basis (Eijkelhof, 2001, p.viii).

In het voorgaande citaat presenteert Eijkelhof het verslag van een conferentie over *scientific literacy* als een van de belangrijke doelstellingen achter de projecten van het CD-ß. Op een vergelijkbare manier, in de achtergrond, speelt *scientific literacy* een rol in dit proefschrift. Het doel dat schoolkennis ook bruikbaar moet zijn in de dagelijkse praktijk lijkt vanzelfsprekend, maar wordt niet vanzelfsprekend gerealiseerd. Het leren hanteren van het concept biodiversiteit in nieuwe contexten houdt in dat leerlingen de betekenis van het concept biodiversiteit in een nieuwsbericht in verband zouden moeten kunnen brengen met de betekenis van het concept biodiversiteit die zij op school hebben geleerd. In die zin beoogt dit proefschrift een bijdrage te leveren aan een onderwijsleerstrategie waarmee *scientific literacy* kan worden gerealiseerd.

Het concept 'concept'

Biologie leren op school is voor een groot deel talig of tekstachtig. Leerlingen krijgen veel nieuwe concepten te verwerken, om te begrijpen en toe te passen, in een leeromgeving die grotendeels uit gesproken en geschreven woord bestaat. Leerlingen leren nieuwe concepten betekenis te geven, wat betekenisverlening of begripsontwikkeling wordt genoemd. Betekenisverlening vindt plaats met behulp van boeken en andere (digitale) lesmaterialen, in dialoog met de docent en medeleerlingen. In dit proefschrift wordt betekenisverlening opgevat als het doelmatig (leren) hanteren van concepten: de *meaning is use* opvatting van concepten (Wittgenstein, 1963).

> "For a *large* class of cases—though not for all—in which we employ the word 'meaning' it can be defined thus: the meaning of a word is its use in the language" (Wittgenstein, 1963, p.20, PI 43).

De relevantie van bovenstaand citaat voor dit proefschrift is het uitgangspunt dat een biologisch concept geen statische betekenis heeft die uit een woordenlijst kan worden geleerd. Een biologische concept krijgt *betekenis* door de wijze waarop gebruikers ervan het concept hanteren, met andere woorden door wat zij met het concept *doen*. Het concept biodiversiteit wordt niet altijd op dezelfde manier gehanteerd, waarbij de betekenis van het ogenschijnlijk steeds zelfde 'teken' (*sign*) wordt aangepast. Hoofdstuk 3 gaat dieper op de betekenissen van het concept biodiversiteit in.

Een concept wordt in dit proefschrift opgevat zoals Wittgenstein de taal in het algemeen opvat, als gereedschap. Een concept is een instrument om mee te denken en te communiceren. De

precieze betekenis van het concept en de samenhang met andere concepten kan voor een specifiek doel belangrijk zijn, maar is slechts tijdelijk en voor dat specifieke doel vast te leggen, omdat de betekenis steeds gemeenschappelijk wordt bepaald door de manier waarop de gemeenschap in een bepaalde praktijk het concept daadwerkelijk hanteert. Taal is veranderlijk. Een woordenlijst met definities kan nuttig zijn, maar het is een momentopname. Hoofdstuk 5 gaat dieper in op de theorie en de onderwijsleerbenadering achter deze opvatting van concepten als instrumenten met betrekking tot het biologieonderwijs: de cultuurhistorische theorie en de concept-contextbenadering.

Biologiedidactisch ontwikkelingsonderzoek

In de afgelopen twintig jaar heeft het onderzoeksprogramma van CD-ß (later FIsme) elkaar aanvullende onderwijsleerbenaderingen en -strategieën opgeleverd. Relevant voor dit proefschrift zijn verschillende onderwijsleerbenaderingen: probleemstellend leren (Klaassen, 1995; Vollebregt, 1998), ontwerpend leren (Janssen, 1999), de jojo-onderwijsleerstrategie (Knippels, 2002), en systeemdenken (Boersma, 1997; Verhoeff, 2003). De didactische ontwerpcriteria (OC's) voor de eerste versie van de onderwijsleerstrategie werden geformuleerd op basis van de probleemstellende benadering (OC 5) en werkvormen voor samenwerkend leren (OC 4), ontleend aan vakliteratuur buiten CD-ß (Dees, 1990; Hamilton & Hansen, 1992; Johnson & Johnson, 1993; Mason, 1972; Slavin, 1996). Van Aalsvoort (2000) belicht de cultuurhistorische theorie ten behoeve van de scheikundedidactiek, en met context-based science eductation (Bulte, Westbroek, Van Rens, & Pilot, 2004) en het onderzoek van Westra (2008) wordt de concept-contextbenadering ontwikkeld binnen de traditie van ontwikkelingsonderzoek, *developmental research*, of ook wel ontwerponderzoek, *educational design* genoemd (Gravemeijer, 1999; Knippels, 2002; Lijnse, 1995; Mazereeuw, 2013; Van Moolenbroek, 2012; Verhoeff, 2003; Wierdsma, 2012).

Pas recent is ontwikkelingsonderzoek in de biologiedidactiek uitgevoerd dat expliciet het leren recontextualiseren van biologisch concepten centraal stelt. Wierdsma (2012) ontwikkelt een onderwijsleerstrategie voor het recontextualiseren van het concept *dissimilatie*.

Dit proefschrift beoogt een onderwijsleerstrategie te ontwerpen en staat daarmee in de onderzoekstraditie van biologiedidactisch ontwikkelingsonderzoek. Tussen het hier beschreven ontwikkelingsonderzoek en de ontwikkeling van de concept-contextbenadering heeft een wisselwerking plaatsgevonden. De casestudies voor dit onderzoek werden namelijk uitgevoerd in de periode 1995-2001 waarin de concept-contextbenadering nog in het beginstadium van haar ontwikkeling was. De secundaire analyse, waarin de verzamelde gegevens en de resultaten van de primaire analyse opnieuw zijn geanalyseerd, vond plaats in de periode 2007-2014. In die periode is de concept-contextbenadering aanzienlijk uitgekristalliseerd (Boersma, 2011; Boersma et al., 2007; Boersma, Kamp, Van den Oever, & Schalk, 2010; Wierdsma, 2012). Hoofdstuk 2 gaat dieper in op de fasering van het onderzoek en de toegepaste methoden. In hoofdstuk 5 wordt de concept-contextbenadering nader toegelicht.

1.4 Het concept biodiversiteit

Het concept *biodiversiteit* kan worden gedefinieerd als *de vormenrijkdom van de levende natuur op alle organisatieniveaus* (Gittenberger, 1995; Hengeveld, 1995). Het concept biodiversiteit is een containerbegrip, dat wil zeggen dat het concept veel verschillende betekenissen kan hebben. Het kan gaan om verspreidingspatronen van organismen op alle schaalniveaus van de gehele aarde tot een achtertuin. De tijdschalen waarop naar de veranderende biodiversiteit wordt gekeken, kunnen eveneens sterk uiteenlopen. De biodiversiteit verandert voortdurend. Het zijn vooral de veranderingen in de biodiversiteit op grote schaal waarin biologen en politici geïnteresseerd zijn.

Het leek in eerste instantie niet voor de hand te liggen om een contextafhankelijk containerbegrip als biodiversiteit centraal te stellen voor de ontwikkeling van educatie en onderwijs. Er zijn echter twee redenen om dat wel te doen.

Ten eerste heeft het concept biodiversiteit symbolische waarde. Het spreekt tot de verbeelding. In 1992 ondertekenden de leiders van bijna 200 landen in Rio de Janeiro de *Conventie inzake Biologische Diversiteit (CBD)* (Ministerie van VROM, 1995). Sindsdien zijn er wereldwijd tal van (onderwijs-)projecten ontstaan. Anno 2014 bestaat er een zeer levendige activiteit rondom de CBD[1]. Het volgende citaat brengt de symbolische functie van het concept biodiversiteit goed onder woorden.

> In het internationale natuur- en milieubeleid is biodiversiteit […] een belangrijk onderwerp. In die context heeft biodiversiteit meer een symbolische dan een wetenschappelijke functie, vergelijkbaar met de functies van bijvoorbeeld de concepten groene energie, natuur en duurzaamheid. De containerfunctie van het concept biodiversiteit wordt in deze politieke context juist benadrukt, hoewel biodiversiteit vaak in de beperktere betekenis van soortenrijkdom wordt gebruikt (Ministerie van VROM, 1995; RMNO/NRLO, 1997).

Ten tweede is het concept biodiversiteit een kernconcept binnen de ecologie. Met het concept *kernconcept* wordt bedoeld dat het concept biodiversiteit een centrale positie heeft in het netwerk van ecologische concepten. Het concept hangt met veel ecologische kennis samen. Binnen de context van ecologisch onderzoek wordt het concept biodiversiteit met behulp van statistische formules zeer precies en meetbaar gedefinieerd. In tegenstelling tot de brede symbolische betekenis die het concept heeft binnen het internationale natuur- en milieubeleid, zie het citaat hierboven, hanteren ecologen operationele definities van het concept biodiversiteit. Dat wil zeggen dat in de context van ecologisch onderzoek nauwkeurig kan worden aangegeven voor welke doeleinden het gedefinieerde concept kan worden aangewend en voor welke doeleinden niet. Voor verschillende onderzoeken bestaan verschillende definities. Er is echter ook steeds een duidelijke overeenkomst. In de ecologie wordt het concept biodiversiteit gehanteerd als *index*. Het is een belangrijke parameter voor onderzoek aan ecosystemen. Deze overeenkomst in betekenis van een concept wordt in dit proefschrift een conceptuele kern genoemd; meer toelichting hierop volgt in § 3.2.

1 http://www.cbd.int download 25 mei 2014

In de ecologie zijn verschillende biodiversiteitsindices in gebruik, elk met hun eigen functie in de wetenschappelijk praktijk en hun eigen samenhang met andere biologisch termen binnen een specifiek ecologisch onderzoeksgebied (Magurran, 1988).

De biodiversiteit gaat achteruit. De vraag is hoe de achteruitgang kan worden gestopt. In 2002 hebben 190 vertegenwoordigers van de lidstaten van het Biodiversiteitverdrag in Den Haag afgesproken om de afname van de biodiversiteit per 2010 significant te verminderen. Deze doelstelling geldt zowel op mondiale, regionale en nationale schaal.

> […] to achieve in 2010 a significant reduction of the current rate of biodiversity loss at the global, regional and national level […] (Balmford et al., 2005; UNEP, 2002, p.319).

Sceptici zoals Paul Ehrlich geloven niet dat mensen in staat zullen zijn de gevolgen van klimaatverandering en habitatvernietiging te voorkomen. Ehrlich voorspelt in *Biodiversity* het volgende.

> Extrapolation of current trends in the reduction of diversity implies a denouncement for civilization within the next 100 years comparable to a nuclear winter (Ehrlich, 1988, p.22).

Er zijn echter ook optimisten, die verschillende strategieën belijden. De Vereniging Natuurmonumenten kocht in 1906 het Naardermeer en maakte er een beschermd natuurgebied van. Hiermee werd een begin gemaakt met het aankopen van natuurgebieden door particulieren, via de vereniging, met als doel deze gebieden te beschermen. Sommigen zien heil in een respectvolle of misschien zelfs nederige houding ten opzichte van de natuur, en bepleiten het behoud van de biodiversiteit door stappen terug te doen in onze manier van leven en consumeren. Anderen zien een oplossing in de technologie en propageren de vooruitgang.

Op internet zijn vele representaties van de groeiende wereldbevolking gepubliceerd. Er zijn wereldkaarten van het wereldwijde netwerk van vaarroutes te vinden en grafische weergaven van vliegbewegingen en wegenstelsels. Satellietbeelden laten zien hoe het nachtelijk halfrond 's nachts verlicht is, en geven informatie over ontbossing, erosie en *coral bleaching*[2]. De impact van menselijke activiteiten op de menselijke leefomgeving en op de biodiversiteit in het bijzonder is op ondubbelzinnige wijze in beeld gebracht en voor iedereen toegankelijk gemaakt.

Habitatvernietiging

De belangrijkste oorzaak van de vermindering van biodiversiteit wereldwijd, is habitatvernietiging en –versnippering (Balmford & Bond, 2005). Dit verschijnsel wordt voor meer dan de helft veroorzaakt door landbouw, bijvoorbeeld door de kap van tropisch regenwoud. Naast landbouw levert ook stedenbouw een groot aandeel in het vernietigen van de leefomgeving van vele soorten. "By 2030, there will be 1.75 billion more urban residents, resulting in new urban land cover representing a total area of the size of California" (Kareiva, Watts, McDonald, & Boucher, 2007, p.1868).

2 Zie bijvoorbeeld de satellietbeelden van de Satellite and Information Service van de Amerikaanse National Oceanic and Atmospheric Administration: http://www.nesdis.noaa.gov/

Overexploitatie

Al jaren is overexploitatie een erkend probleem. De visserij is er bijvoorbeeld berucht door geworden. Voor de visserij gelden quota die gebaseerd zouden moeten zijn op drempelwaarden voor het in stand houden van de populaties haring, kokkel, enzovoort. Door overbevissing van glasaaltjes, jonge paling die zich nog niet heeft voortgeplant, is de paling bijna uitgestorven. Bovendien hebben de visstanden te lijden onder vervuiling van het zeewater. Maatregelen in de industrie hebben er overigens wel toe geleid dat de Europese rivieren gezonder zijn geworden, met positieve gevolgen voor de biodiversiteit.

Uitroeiing

Mensen hebben een aantal roofdiersoorten doelgericht uitgeroeid voor hun eigen veiligheid, winst, genoegen of gezondheid. Extinctie, het uitsterven van soorten, is onomkeerbaar. Extinctie spreekt tot de verbeelding bij het grote publiek, vooral het uitsterven van opvallende diersoorten. De Balinese tijger, de Kaspische tijger en de Javaanse tijger bijvoorbeeld, zijn recent uitgestorven. Anno 2014 zijn er nog zes tijgersoorten over, waarvan het aantal populaties en de omvang van die populaties sterk zijn teruggelopen. Veel mensen vinden het uitsterven van tijgersoorten niet acceptabel en hebben geld over voor organisaties die dit proberen te voorkomen. Een organisatie als het Wereld Natuurfonds, het *World Wide Fund for Nature* (WWF) dankt daar waarschijnlijk een groot deel van haar donateurs aan. Uitroeiing van predatorsoorten kan ook minder in het oog springende gevolgen hebben, zoals een plaag van de prooidiersoorten. Hieruit kan een onvoorspelbare keten van ecologische verschuivingen ontstaan met een onbekend aantal schakels.

Introductie van exotische soorten

De introductie van exotische soorten, sinds enkele honderden jaren met de scheepvaart en in de meer recente geschiedenis ook via vliegroutes, kost naar schatting alleen al de Verenigde Staten honderd miljard dollar per jaar (Kareiva, Watts, McDonald, & Boucher, 2007). Anno 2014 wordt het meubilair van vliegtuigen antibacterieel gemaakt, omdat is aangetoond dat bacteriën vier tot soms zeven etmalen kunnen overleven op en in het interieur van een passagiersvliegtuig[3].

> "Our data show that both of these bacteria can survive for days on the selected types of surfaces independent of the type of simulated body fluid present, and those pose a risk of transmission via skin contact," says Vaglenov.
>
> This research is laying the groundwork for important work to come.
>
> "Our future plans include the exploration of effective cleaning and disinfection strategies, as well as testing surfaces that have natural antimicrobial properties to determine whether these surfaces help reduce the persistence of disease-causing bacteria in the passenger aircraft cabin," says Vaglenov[4].

Pandemieën ontstaan sneller dan ooit door het toegenomen (vlieg-)verkeer. In Nederland bijvoorbeeld voerde Schiphol in 2006 meer dan 500.000 vliegbeweging over land uit, dat wil zeggen, bewegingen van en naar de luchthaven, exclusief de vliegbewegingen op de luchthaven zelf. In 2006 passeerden 49 miljoen passagiers en 1,6 miljoen ton goederen de luchthaven van

3 Nu.nl: http://www.nu.nl/wetenschap/3781399/bacterien-overleven-dagenlang-vliegtuigstoelen-.html (25 mei 2014).

4 http://www.sciencedaily.com/releases/2014/05/140520100420.htm (29 mei 2014)

ons land[5]. Naast de introductie van vreemde micro-organismen kan de lokale natuur veel te lijden hebben van soorten die in de nieuwe omgeving geen natuurlijke vijanden hebben, waardoor plagen van de inheemse soort ontstaan.

Klimaatverandering

Hoewel tot nu toe habitatvernietiging, dus landgebruik, de belangrijkste oorzaak is geweest van biodiversiteitverlies, is door mensen veroorzaakte klimaatverandering een groeiende oorzaak van de achteruitgang van de natuurlijke rijkdom van de aarde. Er verschijnen steeds meer aanwijzingen dat de biodiversiteit verandert doordat de gemiddelde temperatuur van de aarde stijgt door toename van broeikasgassen zoals koolstofdioxide (CO_2) en methaan (MH_4). Niet alleen de achteruitgang van biodiversiteit is een symptoom van klimaatverandering, ook het verschuiven van patronen in de lokale en regionale biodiversiteit is een teken dat er snelle en ingrijpende ecologische veranderingen plaatsvinden. Dit geldt ook voor Nederland. Volgens het Compendium voor de leefomgeving nemen de kleine heremietkreeft langs de kust en de druipzakpijp in de Oosterschelde de laatste tijd toe, waarschijnlijk als gevolg van het warmere klimaat[6]. Tegelijkertijd is de biodiversiteit in Nederland sinds 1900 sterk afgenomen[7]. Hoewel niet alle veranderingen in de biodiversiteit van Nederland zijn toe te schrijven aan de klimaatverandering, zijn volgens het planbureau veel verschuivingen in de soortsamenstelling en verspreidingspatronen dat wel.

In Nederland wordt het de laatste jaren warmer. Er vestigen zich hier momenteel allerlei plant- en diersoorten uit warmere, zuidelijke streken. De planten- en diersoorten die zich de afgelopen eeuw in Nederland gevestigd hebben, zijn voor een groot deel van zuidelijke herkomst, terwijl er maar weinig soorten van noordelijke herkomst zijn verschenen. […] Er zijn inmiddels vele voorbeelden van toename van zuidelijke soorten voorhanden bij allerlei soortgroepen, zoals de wespenspin, de eikenprocessierups, het plooivlieswaaiertje (een paddestoel) en diverse soorten korstmossen. Ook in het zoute water zijn soorten van zuidelijke herkomst in opkomst, zoals de kleine heremietkreeft en de druipzakpijp en de vissoorten schurftvis en kleine pieterman. […] Behalve het veranderen van het verspreidingsgebied van soorten verschuiven ook het tijdstip van groeien en bloeien van planten en het broedseizoen van vogels. Dat zou gevolgen kunnen krijgen voor de broedvogelstand, vooral bij soorten die in Afrika overwinteren, waaronder de bonte vliegenvanger (Compendium voor de leefomgeving)[8].

De waarde van biodiversiteit

De vraag of biodiversiteit nuttig is, ecologische en economische waarde heeft, of misschien een intrinsieke morele waarde, kan specifieker beantwoord worden als de betekenis van het concept biodiversiteit voor een bepaalde maatschappelijke praktijk duidelijker is omschreven. In het algemeen worden de waarden die in samenhang met biodiversiteit belangrijk worden gevonden, bepaald door het doel van de activiteit waarbinnen het concept biodiversiteit wordt gehanteerd. Tot zover is een beeld van biodiversiteit als maatschappelijk relevant onderwerp en het gebruik van het concept biodiversiteit geschetst. De analyse van het concept biodiversiteit wordt in hoofdstuk 3 nader beschreven.

5 Compendium voor de leefomgeving. Verkeer en milieu / Schiphol. http://www.compendiumvoordeleefomgeving.nl/dossiers/nl0108-Schiphol.html?i=23-90 (25 mei 2014)

6 Compendium voor de leefomgeving. www.compendiumvoordeleefomgeving.nl/indicatoren/nl1113-Kleine-heremietkreeft-en-druipzakpijp-en-klimaatverandering.html?i=2-41 (25 mei 2014)

7 Compendium voor de leefomgeving. www.compendiumvoordeleefomgeving.nl/indicatoren/nl1440-Ontwikkeling-biodiversiteit-%28MSA%29.html?i=2-76 (25 mei 2014)

8 Compendium voor de leefomgeving. Biodiversiteit. www.compendiumvoordeleefomgeving.nl/onderwerpen/nl0002-Biodiversiteit.html?i=2 (25 mei 2014)

1.5 Hoofdlijnen van dit proefschrift

In dit hoofdstuk (hoofdstuk 1) is de totstandkoming en de doelstelling van het onderzoek beschreven. De onderzoeksvraag is geformuleerd en de onderdelen en achtergronden daarvan zijn toegelicht. In deze paragraaf worden de hoofdlijnen van dit proefschrift aangegeven.

Hoofdstuk 2 beschrijft het onderzoeksdesign en de methoden die per onderzoeksfase zijn gehanteerd. Er is onderscheid gemaakt tussen een exploratieve fase, de primaire ontwikkelfase en de secundaire analyse. Het ontwikkelingsonderzoek bestond uit drie casestudies, met een verdiepende literatuurstudie als intermezzo na de eerste casestudie. In hoofdstuk 2 is het onderzoeksdesign met schema's geïllustreerd; zie Figuur 2.1, 2.2 en 2.3. Daarnaast zijn de belangrijkste kenmerken van de deelnemende scholen en docenten aan het ontwikkelingsonderzoek opgenomen; zie Tabel 2.3.

Hoofdstuk 3 geeft de resultaten van de analyse van het concept biodiversiteit. De *meaning is use* theorie geeft aanleiding om de betekenissen van het concept biodiversiteit in authentieke handelingspraktijken te onderzoeken aan de hand van interviews en documenten. Het resultaat van deze analyse bestaat uit drie ontwerpcriteria voor de ontwikkeling van de onderwijsleerstrategie, waaronder een werkdefinitie van het concept biodiversiteit.

Hoofdstuk 4 presenteert de eerste versie van de onderwijsleerstrategie (OLS 1) en doet verslag van de eerste casestudie van het ontwikkelingsonderzoek waarin de uitvoerbaarheid en effectiviteit van OLS 1 wordt getest en geëvalueerd in een 4 vwo-klas. Leerlingen worden getoetst door middel van werkstukken en presentaties. Deze casestudie geeft aanleiding tot het nader onderzoeken van de ontwerpcriteria door middel van een verdiepende literatuurstudie.

Hoofdstuk 5 werkt vanuit de concept-contextbenadering een aantal concepten uit die centraal staan in de ontwikkeling van de OLS. Deze verdieping is noodzakelijk om recontextualiseren als ontwerpcriterium operationeel te maken.

Hoofdstuk 6 presenteert de tweede versie van de onderwijsleerstrategie (OLS 2) en beschrijft de tweede casestudie van het ontwikkelingsonderzoek in een 6 vwo-klas. In dit hoofdstuk worden de werkstukken en presentaties niet opnieuw ingezet om het recontextualiseren van het concept biodiversiteit te toetsen. In plaats daarvan wordt een individuele schriftelijke toets ontwikkeld om te meten hoe goed leerlingen het concept biodiversiteit recontextualiseren.

Hoofdstuk 7 presenteert, na aanpassingen op basis van de conclusies van de tweede casestudie, de derde versie van de onderwijsleerstrategie (OLS 3). Bij de derde casestudie zijn twee docenten met elk een 4 havo-klas betrokken. Deze casestudie geeft aanwijzingen voor de laatste aanpassingen aan de OLS.

Hoofdstuk 8 vormt de conclusie van dit onderzoek, als antwoord op de onderzoeksvraag word een voorstel voor een onderwijsleerstrategie voor het recontextualiseren van het concept biodiversiteit in de bovenbouw biologie havo en vwo gepresenteerd. Tot slot wordt op mogelijke consequenties van de OLS gereflecteerd.

Hoofdstuk 2

Onderzoeksdesign en methoden

2.1 Inleiding 24

2.2 Ontwikkelingsonderzoek 24

2.3 Design en verloop van de studie 27

2.3.1 Fase 1: Theoretische oriëntatie 27

Expertinterviews 28

Literatuuronderzoek 29

Reden voor een Delphi-studie 31

De algemene methode van de Delphi-studie 31

De Dephi-studie in dit onderzoek 32

2.3.2 Fase 2: Ontwikkelingsonderzoek 33

Structuur van het ontwikkelingsonderzoek 35

Dataverzameling 38

Samenwerking met de docenten 40

Observaties en transcripties 40

Werkbladen, werkstukken en schriftelijke toetsen 40

2.3.3 Fase 3: Secundaire analyse 41

2.4 Consequenties voor de OLS afleiden uit de casestudies 42

2.1 Inleiding

In hoofdstuk 1 is de onderzoeksvraag van dit onderzoek besproken en in een maatschappelijk en wetenschappelijk kader van geplaatst. Het doel van dit onderzoek is het ontwikkelen van een theoretisch en praktisch gefundeerde onderwijsleerstrategie (OLS) voor het wendbaar leren hanteren van het concept biodiversiteit in de bovenbouw havo en vwo. In dit doel ligt een ontwerpvraag besloten. Ontwikkelingsonderzoek is daarom een voor de hand liggende methode om de vraagstelling van dit proefschrift te onderzoeken. Een OLS is een specificatie van praktisch relevante theorieën over onderwijzen en leren. Ontwikkelingsonderzoek als methode voor het ontwikkelen van een OLS is een iteratief proces. De onderwijsleerstrategie wordt geoperationaliseerd in een lessenreeks die wordt uitgevoerd door een docent in een authentieke lespraktijk. Het uitgevoerde curriculum wordt geëvalueerd aan de hand van verzamelde gegevens. De OLS wordt aangepast en op basis daarvan worden opnieuw onderwijsleeractiviteiten uitgevoerd en geëvalueerd. Dit proces herhaalt zich totdat een uitvoerbare en effectieve OLS is ontwikkeld.

Met de ontwikkeling en evaluatie van een onderwijsleerstrategie voor het recontextualiseren van het concept biodiversiteit enerzijds, en de theoretische onderbouwing van ontwerpcriteria anderzijds, wordt beoogt bij te dragen aan de praktische en theoretische fundering van de concept-contextbenadering.

Ontwikkelingsonderzoek verloopt in de regel in drie fasen: een exploratieve fase, een ontwikkelingsfase, en een reflectiefase. Deze fasen zijn in de praktijk niet strikt chronologisch gerangschikt, maar overlappen en beïnvloeden elkaar. In § 2.2 wordt het onderzoeksdesign beschreven, dat wil zeggen de opzet van het ontwikkelingsonderzoek. In § 2.3 wordt de fasering van het onderzoek in de tijd beschreven. Per onderzoeksfase worden de toegepaste onderzoeksmethoden toegelicht.

2.2 Ontwikkelingsonderzoek

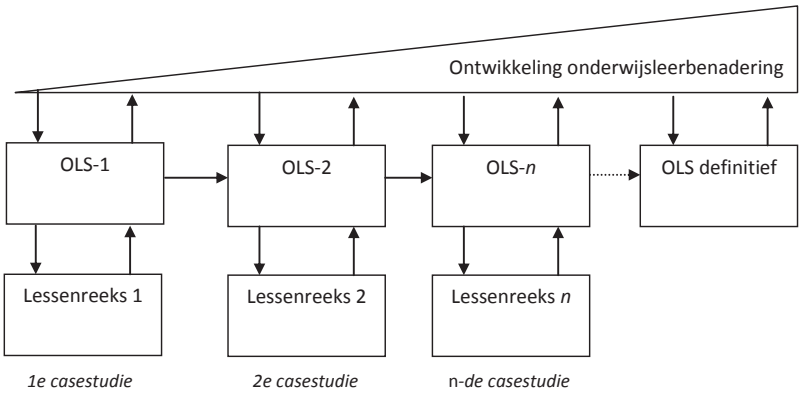
Ontwikkelingsonderzoek zoals toegepast bij didactisch onderzoek in de bètavakken in Nederland sinds twintig jaar, is een methode die begint met de ontwerpvraag *hoe* een bepaald onderwerp of een bepaalde doelstelling *valide, uitvoerbaar en effectief* onderwezen en geleerd kan worden. Een dergelijke vraag kan voortkomen uit onvrede met het bestaande onderwijs, uit een onderwijsvernieuwing, of uit de introductie van een nieuw onderwerp. Bij veel ontwikkelingsonderzoeken kunnen twee hoofdfasen worden onderscheiden: de *verkennende fase* en de *cyclische onderzoeksfase*. In de verkennende fase wordt een visie op het onderwerp, de *inhoud*, en een visie op het leren en onderwijzen van het onderwerp, de *vorm*, geformuleerd. Met betrekking tot het onderwerp wordt geanalyseerd wat de wetenschappelijke stand van zaken is en wat de maatschappelijke relevantie is. Op het snijvlak van inhoud en vorm kan worden onderzocht wat deskundigen belangrijk vinden voor de doelgroep om over het onderwerp te leren, wat de doelgroep al van het onderwerp zou kunnen weten en wat de doelgroep uiteindelijk over het onderwerp zou kunnen en moeten leren. Met betrekking tot onderwijzen en leren worden de

actuele literatuur en de achtergrondliteratuur over onderwijs en leren bestudeerd. Eventueel wordt een analyse gemaakt van de huidige stand van zaken in het onderwijs met betrekking tot het onderwerp. Resultaat van de verkenning van het onderwerp en de onderwijsleertheorie is de formulering van *ontwerpcriteria* die voorwaardelijk zijn voor het ontwerp van een eerste conceptversie van een *onderwijsleerstrategie*. In de cyclische onderzoeksfase wordt deze strategie geoperationaliseerd in een sequentie van onderwijsleeractiviteiten die worden ingebed in een lessenreeks. De lessenreeks wordt uitgevoerd, waarbij gegevens worden verzameld. Aan de hand van de gegevens van de uitgevoerde lessenreeks worden de onderwijsleeractiviteiten die relevant waren voor de onderwijsleerstrategie geëvalueerd. Voorbeelden van recente vergelijkbare ontwikkelingsonderzoeken in de biologiedidactiek zijn Van Moolenbroek (2012), Wierdsma (2012) en Mazereeuw (2013), en van eerdere datum Knippels (2002) en Verhoeff (2003).

In ontwikkelingsonderzoek wordt, naar aanleiding van domeinspecifieke vragen over onderwijs en leren, een sequentie onderwijsleeractiviteiten ontworpen op basis van theorie en vervolgens in de onderwijspraktijk getoetst. Het is een vorm van onderzoek waarbij de onderzoeker relatief op de achtergrond blijft. De onderzoeker participeert niet actief in het onderwijsleerproces. Onderzoeker en docenten werken samen bij het implementeren van de onderwijsleerstrategie in een lessenreeks. De docenten voeren de lessen uit en de onderzoeker verzamelt gegevens aan de hand waarvan de onderwijsleerstrategie wordt geëvalueerd. De conclusies worden geformuleerd in termen van nieuwe en bijgestelde ontwerpcriteria. Op dat moment is een casestudie voltooid. Voor het ontwikkelen van een adequate onderwijsleerstrategie zijn meerdere ontwikkelronden noodzakelijk.

Het wetenschappelijke resultaat van een ontwikkelingsonderzoek is de operationalisering van een onderwijsleerbenadering, een domeinspecifieke onderwijsleerstrategie (Lijnse, 1995). Hiermee wordt de onderwijsleerbenadering nader gespecificeerd en praktisch onderbouwd (Gravemeijer, 1994; Gravemeijer, 1999; Van den Akker, Gravemeijer, McKenney, & Nieveen, 2006). De lessenserie is niet het doel van het onderzoek, maar draagt de elementen van de onderwijsleerstrategie die wordt onderzocht. Onderwerp van studie is dan *hoe* de onderwijsleeractiviteiten leiden tot de beoogde leerresultaten (Boersma, 1998). Ontwikkelingsonderzoek is daarmee te kenschetsen als kwalitatief onderzoek. De onderzoeker maakt deze leerresultaten waarneembaar door opnamen te maken van dialogen, en schriftelijk werk en toetsresultaten van leerlingen te verzamelen. In de analyse van de gegevens wordt vervolgens geëvalueerd of de OLS effectief is. Het al dan niet bereiken van de leerdoelen wordt gerelateerd aan de uitvoering van de OLA's, de uitwerking van de OLS in OLA's in de lessenreeks en de uitwerking van de ontwerpcriteria in de OLS.

In de afbeelding hieronder is het algemene design van vakdidactisch ontwikkelingsonderzoek weergegeven.



Figuur 2.1 ***Algemeen design van ontwikkelingsonderzoek*** Een complete ontwerpcyclus of casestudie wordt gevormd door een versie van een onderwijsleerstrategie (OLS), uitgewerkt in een lessenreeks en beproefd in de klassenpraktijk. De evaluatie van een OLS-versie levert een aangepaste nieuwe versie van de OLS op, waarmee de volgende casestudie wordt uitgevoerd. Het ontwerpproces herhaalt zich totdat geen nieuwe informatie meer wordt verwacht van een volgende casestudie. De wetenschappelijke opbrengst van een ontwikkelingsonderzoek bestaat uit een bijdrage aan een onderwijsleerbenadering.

Voordat kan worden gestart met een eerste casestudie vindt oriëntatie op het domein plaats. Op basis hiervan worden ontwerpcriteria voor een eerste versie van een OLS ontworpen. In overleg met de uitvoerende docenten wordt de strategie uitgewerkt tot een lessenreeks. De uitvoering van deze lessenreeks vormt de eerste casestudie. Voor het analyseren van de gegevens uit het casestudieonderzoek is gebruikgemaakt van algemenere methoden voor meervoudig casestudieonderzoek (Baarda & De Goede, 1990; Baarda, de Goede, & Teunissen, 1995; Maso & Smaling, 1998; Yin, 1994). Ontwikkelingsonderzoek vindt plaats in de klassenpraktijk, waardoor variabelen niet geïsoleerd van andere factoren kunnen worden onderzocht (Van den Akker, Gravemeijer, McKenney, & Nieveen, 2006). Dit heeft tot gevolg dat bij ontwikkelingsonderzoek vaak een relatief grote hoeveelheid gegevens wordt geanalyseerd waarbij de onderzoeker veel interpreteert.

Casestudieonderzoek biedt methoden om te waarborgen dat de OLS in de praktijk gefundeerd wordt en niet (alleen) in de creativiteit van de onderzoeker. In iedere casestudie wordt de OLS op basis van verschillende bronnen geëvalueerd. Soms wordt gewerkt met een tweede lezer (intersubjectiviteit), altijd met twee, en bij voorkeur nog meer bronnen (triangulatie) om de betrouwbaarheid van het resultaat te waarborgen. Het resultaat van een casestudie bestaat uit een set eventueel bijgestelde ontwerpcriteria en een aangepaste versie van de onderwijsleerstrategie uitgewerkt in een scenario.

The scenario describes and justifies in considerable detail the learning tasks and their interrelations, and what actions the students and the teacher are supposed and expected to perform (Lijnse, 1995). Met behulp van het scenario wordt opnieuw een lessenreeks ontwikkeld en start een volgende ontwikkelronde.

2.3 Design en verloop van de studie

Het onderzoek naar een adequate onderwijsleerstrategie voor het wendbaar leren hanteren van het concept biodiversiteit volgt het design van ontwikkelingsonderzoek. In tabel 2.1 is de fasering weergegeven.

Tabel 2.1 ***Fasering van het onderzoek*** Per fase zijn de onderzoeksactiviteiten (linkerkolom), de periode waarin de activiteit plaatsvond (middelste kolom) en een korte toelichting op de activiteit (rechterkolom) weergegeven.

Fase	Periode	Toelichting
Fase 1: Theoretische oriëntatie	**1995-1998**	
Expertinterviews	1995	veldraadpleging
Literatuurstudie deel 1	1995-1997	conceptuele analyse
Delphi-studie	1996-1997	veldraadpleging
Rapportage	1997-1998	rapport Ministerie van LNV
Fase 2: Ontwikkelingsonderzoek	**1998-2001**	
Eerste casestudie	sept.-okt. 1998	4 vwo, 1 klas
Literatuurstudie deel 2	jan.-sept. 1999	theoretische verdieping
Tweede casestudie	sept.-nov. 1999	6 vwo, 1 klas
Derde casestudie	feb.-apr. 2000	4 havo, 2 klassen
Primaire analyse	2000-2001	dialogen, leerlingenmateriaal
Schrijffase 1	2000-2001	lesmateriaal, publicaties
Fase 3: Reflectie en rapportage	**2007-2014**	
Secundaire analyse	2007-2014	dialogen, leerlingenmateriaal
Reflectie	2010-2014	onderwijsleerstrategie, literatuur onderzoeksmethoden generaliseerbaarheid
Schrijffase 2	2010-2014	proefschrift

Doelstelling van de secundaire analyse van het materiaal is de formulering van de wetenschappelijke opbrengst van het onderzoek voor de concept-contextbenadering.

2.3.1 Fase 1: Theoretische oriëntatie

In de oriënterende onderzoeksfase is de betekenis van het concept biodiversiteit onderzocht en zijn praktisch relevante onderwijsleerbenaderingen verkend. De volgende deelvraag wordt beantwoord.

DV 1 Welke ontwerpcriteria gelden voor de ontwikkeling van een onderwijsleerstrategie voor het recontextualiseren van het concept biodiversiteit in de bovenbouw biologie havo en vwo?

De oriëntatiefase kende vier deelonderzoeken: expertinterviews, een analyse van het concept biodiversiteit, een verkennende literatuurstudie op het gebied van onderwijsleerbenaderingen

en een Delphi-studie. Het interviewen van experts op het gebied van biodiversiteit gaf informatie over de betekenis van het concept biodiversiteit en gaf richting aan de conceptuele analyse. Aan de hand van de literatuur werd het concept biodiversiteit geanalyseerd. Met behulp van een Delphi-studie werd geïnventariseerd welke thema's en invalshoeken professionals belangrijk vonden voor onderwijs en educatie over biodiversiteit. In deze paragraaf worden de methoden beschreven die in de oriëntatiefase zijn gevolgd.

Expertinterviews
Bij aanvang van het onderzoeksproject *Biodiversiteit als leergebied van natuur- en milieu-educatie* was het onderwerp biodiversiteit nog niet vast omlijnd. Om tot een efficiënte oriëntatie te komen, werd gekozen voor expertinterviews. De methode is ontleend aan Emans (1985), Swanborn (1991), en Baarda et al. (1990; 1995). De interviews zijn gehouden in november 1995.

Bij expert- of informanteninterviews staat niet de persoon, maar zijn of haar deskundigheid centraal. In principe zijn de informanten dus vervangbaar. Er werden deskundigen gezocht op overlappende kennisterreinen. Negen experts werden benaderd, van wie bekend was dat zij op ten minste twee gebieden thuis waren of die op een enkel relevant vakgebied als bijzondere autoriteit golden. Dat het expertiseveld breder is dan de onderzoeksvraag (hoofdstuk 1) strikt genomen vereist, heeft te maken met het explorerende karakter van deze onderzoeksfase.

De interviews waren half gestructureerd en kregen in de loop van het gesprek het karakter van een diepte-interview. Dat hield in dat de informanten voorafgaand aan het gesprek vier of vijf open vragen kregen toegestuurd die tijdens het interview aan de orde zouden komen. Daarmee werd het onderwerp van het gesprek bepaald. De vragen waren toegespitst op de deskundigheid van de informant en dus niet voor elk interview gelijk. Wel werd aan alle informanten gevraagd wat zij onder biodiversiteit verstaan. Tijdens het gesprek werd doorgevraagd.

Van de gesprekken werden audio-opnamen gemaakt die letterlijk en volledig werden uitgeschreven. Vervolgens werden de transcripties voorgelegd aan de informanten ter controle en fiattering. Persoonsnamen en technische termen die op de opnamen vaak moeilijk te achterhalen waren, werden door de informanten verbeterd en aangevuld. Alle informanten gaven hun fiat aan de uiteindelijke tekst.

In tabel 2.2 is weergegeven welke deskundigheden in de expertinterviews aan bod zijn gekomen.

De gesprekken hebben in het vervolg van het onderzoek twee functies vervuld. Ten eerste waren ze een bron van zoektermen voor de literatuurstudie. Ten tweede konden met behulp van de interviews voor het concept biodiversiteit relevante praktijken worden bepaald, die in de literatuurstudie verder zouden worden verkend.

Tabel 2.2 ***Deskundigheden in de expertinterviews.*** Negen informanten zijn geïnterviewd. Alle informanten waren beroepsmatig bij het onderwerp biodiversiteit betrokken. In de tabel is aangegeven op welke deskundigheden de informanten in de interviews zijn aangesproken.

Informant nr.	Pedagogiek	Biologie	NME	Natuur-beleid	Sociale filosofie	Filosofie van de biologie
1	•		•		•	
2	•		•			
3	•		•	•		
4		•				
5		•				•
6		•				•
7	•				•	
8					•	•
9		•	•			

Het onderzoek concentreerde zich op drie categorieën van handelingspraktijken waarin het concept biodiversiteit een belangrijke kennisstructurerende rol speelt: op wetenschappelijk gebied de ecologie, op maatschappelijk gebied natuurbeleid, en met betrekking tot onderwijs het vak biologie in de bovenbouw havo en vwo[1]. De transcripties werden tijdens de literatuurstudie nog menig maal geraadpleegd. In het hoofdstuk over biodiversiteit (hst.3) zijn een aantal citaten uit de interviews opgenomen.

Literatuuronderzoek

Op basis van analyse van de expertinterviews en de doelstelling van het onderzoek is een literatuurstudie gestart. De volgende rubrieken zijn hierbij aan bod gekomen:

- Leren en onderwijzen
- Ecologie
- Natuurbeleid
- Milieuethiek
- Natuur- en milieu-educatie
- Lesmateriaal
- Onderzoeksmethoden

Algemene theorie over leren en onderwijzen en didactiek van de natuurwetenschappelijke vakken in voortgezet onderwijs werd gezocht door literatuurlijsten te raadplegen van proefschriften die waren verschenen in de CD-β serie, zoals Van Keulen (1995) en Klaassen (1995) en proefschriften van CD-β die destijds in voorbereiding waren, zoals Roebertsen (1996), Vollebregt (1998) en Janssen (1999). Verder werden tijdschriften als het *Tijdschrift voor Didactiek der β-wetenschappen* gebruikt als startpunt voor zoekacties.

1 In het kader van het eerste project Biodiversiteit als leergebied van natuur- en milieu-educatie, in opdracht van het Ministerie van LNV (zie ook hoofdstuk 1) werd tevens het werkveld van natuur- en milieu-educatie (NME) verkend (Van Weelie & Wals, 1998).

De 'sneeuwbalmethode' werd toegepast, dat wil zeggen door veel geciteerde auteurs en artikelen te lezen en met trefwoorden verder te zoeken naar oudere artikelen via literatuurlijsten en weer terug naar recentere artikelen met behulp van citatie indices, zoals de *Social Sciences Citation Index.* Een veelgebruikt literatuurbestand was *Educational Resources Information Centre* (ERIC). Trefwoorden waarmee dergelijke literatuurbestanden werden geraadpleegd, werden ontleend aan reeds gevonden relevante literatuur. Op deze wijze werd de theoretische basis verkend van de didactiek van de natuurwetenschappelijke vakken en de didactiek van de biologie in het bijzonder. Via tijdschriften als *Learning and Instruction* en auteurs als Engeström (1993; 1991; 1995) en Van Oers (1987; 1995) werd de benadering van onderwijs en leren vanuit de cultuurhistorische theorie verkend.

Voor de analyse van het concept biodiversiteit werd ecologische literatuur geraadpleegd. Naast het trefwoord biodiversiteit werden trefwoorden ontleend aan de expertinterviews. Artikelen werden gezocht met dezelfde methoden: naar oudere artikelen via literatuurlijsten van veel geciteerde artikelen, naar recentere artikelen via de *Science Citation Index*, naar nieuwe artikelen in de online tijdschriften van de UBU die vaak over biodiversiteit publiceren. In de jaren tachtig verscheen *Biodiversity* (Wilson, 1988), in de jaren negentig gevolgd door een aantal standaardwerken over biodiversiteit (Dobson, 1997; Groombridge, 1992; Reaka-Kudla, Wilson, Wilson, Wilson, & Wilson, 1997; Van Nieukerken, Van Loon, & Van Loon, 1995; Wilson, 1988; World Conservation Monitoring Centre, 1992). Deze publicaties vormden een bron van referenties en trefwoorden waarmee verder kon worden gezocht.

Behalve artikelen over ecologisch onderzoek waarin het concept biodiversiteit centraal stond, werd ook gezocht naar documenten en verdragen over biodiversiteit. Met name het *Verdrag inzake biologische diversiteit* dat in 1992 werd opgesteld op de wereldtop in Rio de Janeiro en werd aangenomen door 190 landen en partijen (zoals de EU als geheel), waaronder Nederland, is een bron van informatie geweest over nationaal en internationaal beleid ten aanzien van biodiversiteit (*Strategisch plan van aanpak biologische diversiteit. Nederlandse uitwerking van het verdrag inzake biologische diversiteit*1995; IUCN, 1994; Ministerie van VROM, 1995; RIVM, 1996; RMNO/NRLO, 1997).

Voor de brede doelgroep 'lerenden van 15 jaar en ouder' en vanuit de educatieve doelstelling van het project in opdracht van het Ministerie van LNV werd de waardering van biodiversiteit onderzocht en literatuur op het gebied van de milieuethiek geraadpleegd, bijvoorbeeld Norton (1988). De resultaten van dit gedeelte van het literatuuronderzoek zijn gepubliceerd in Van Weelie en Wals (1998) en vormen als kennisbasis het startpunt van het ontwikkelingsonderzoek.

Binnen het CD-β vond aan de vakgroep Didactiek van de Biologie onderzoek plaats naar de didactiek van natuur- en milieueducatie in samenwerking met de vakgroep Agrarische Onderwijskunde, Landbouwuniversiteit Wageningen (Alblas, Broertjes, Janssen, & Waarlo, 1993; Margadant-van Arcken, 1996). Didactische uitgangspunten uit dit onderzoek hebben invloed gehad op het ontwerpen van de onderwijsleerstrategie voor biodiversiteit; zie ook § 1.3.

Waarschijnlijk mede als gevolg van het verschijnen van het *Verdrag inzake biologische diversiteit* werd in de jaren negentig lesmateriaal ontwikkeld over biodiversiteit. Voorbeelden hiervan zijn geraadpleegd in de oriënterende literatuurstudie, zoals materiaal uit Canada (Binder, Guy, & Penn, 1995) en materiaal uit Nederland (Van der Heide, 1997). Westera (1997) geeft een overzicht van lesmateriaal over biodiversiteit. Ook dit lesmateriaal heeft invloed gehad op het ontwerp van de eerste versie van de OLS.

Naast biodiversiteit en onderwijsleerbenaderingen waren ook onderzoeksmethoden onderwerp van de oriënterende literatuurstudie. De werkwijze voor de expertinterviews, de analyse van documenten voor de verheldering van de betekenis van het concept biodiversiteit, en de Delphi-studie werden met literatuur onderbouwd. Vertrekpunt vormde een aantal standaardwerken (Baarda & De Goede, 1990; Baarda, de Goede, & Teunissen, 1995; Emans, 1985; Linstone & Turoff, 1975; Swanborn, 1991). Ter voorbereiding van het ontwikkelingsonderzoek werd aansluiting gezocht bij lopend onderzoek binnen CD-β (Boersma, 1998; Gravemeijer, 1994; Klaassen, 1995; Lijnse, 1995) en basisliteratuur op het gebied van casestudies (Yin, 1994) en kwalitatief onderzoek (Maso & Smaling, 1998).

Reden voor een Delphi-studie

Een belangrijk doel van de oriënterende fase van het onderzoek was om biodiversiteit als domein voor onderwijs, educatie en leren in kaart te brengen om vervolgens weloverwogen keuzes te kunnen maken voor onderwijsdoeleinden. Een Delphi-studie werd ingezet om de conclusies ten aanzien van het domein zo realistisch mogelijk op bestaande handelingspraktijken te kunnen baseren. Uit de interviews en de literatuurstudie werd duidelijk dat onderwijs en educatie over biodiversiteit niet beperkt kon blijven tot een enkel kennisgebied. Zowel binnen de ecologie als binnen het natuurbeleid bleek het concept biodiversiteit een belangrijke functie te hebben, maar niet dezelfde functie. De meerduidigheid en contextafhankelijkheid van het concept biodiversiteit werd duidelijk door het bestuderen van documenten en het interviewen van experts uit verschillende disciplines. Een veldraadpleging werd daarom noodzakelijk geacht voor het maken van keuzes voor onderwijs en educatie over biodiversiteit.

De algemene methode van de Delphi-studie

De Delphi-methode is een methode voor de structurering van groepscommunicatie die ervoor zorgt dat de meningen van individuen in een groep respondenten over een complex probleem worden geïnventariseerd in meerdere vragenronden, waarbij de individuen in de tweede vragenronde de gelegenheid krijgen te reageren op de respons uit de eerste ronde van de andere respondenten (Linstone & Turoff, 1975). In de zeventiger jaren werd de methode populair in het economisch beleid. Door een aantal marktdeskundigen individueel naar hun toekomstvisie te vragen en ze, in meestal twee of drie schriftelijke en anonieme vragenronden, met elkaars visies te confronteren, konden voorspellingen worden gedaan over toekomstige marktontwikkelingen. Aan het vermogen een blik in de toekomst te werpen dankt de Delphi-methode de naam van het Griekse orakel. Naast het voorspellen van toekomstige ontwikkelingen, en het onderbouwen van keuzen door het genereren van ideeën uit de hedendaagse praktijk, wordt aan de Delphi-studie nog een derde eigenschap toegeschreven. Een Delphi-studie kan deelnemers meer bij het onderwerp en de doelstellingen van de studie betrekken. Een variant op de Delphi-studie is de

zogenaamde workshopmethode. De workshopmethode is toegepast in vakdidactisch onderzoek door Roebertsen (1996).

In 1992 publiceerde Mayer een onderzoek naar de gewenste inhoud voor vormleer (Formenkunde) in het Duitse biologieonderwijs. Mayer gebruikte voor dit onderzoek de Delphi-methode in de oorspronkelijke stijl (Mayer, 1992; Mayer, 1995; Mayer, 1996). De opzet ging een stap verder dan oriëntatie op een domein. In het onderzoek van Mayer was het bereiken van consensus onder betrokkenen bij en daarmee een rationele onderbouwing van een landelijk curriculum voor een onderdeel van het biologieonderwijs. De anonimiteit en de navolgbaarheid van een schriftelijke groepsdiscussie waren voor Mayer belangrijke redenen om voor de Delphi-methode te kiezen. De Delphi volgens Mayer is als volgt opgebouwd:

- In twee tot vier ronden wordt een iteratieve ondervraging van enkele tientallen personen tot stand gebracht. De ondervraging is individueel en anoniem;
- In elke volgende ronde worden resultaten van de vorige aan de deelnemers voorgelegd (iteratieve feedback);
- In de eerste ronde worden relatief open vragen gesteld die in de volgende ronden aan de hand van de antwoorden geconcretiseerd worden.

De Delphi-studie in dit onderzoek

Voor dit onderzoek is de Delphi-studie toegepast voor veldraadpleging. Daarbij ging het niet uitsluitend om consensus, maar ook om het valideren van de conclusies van de expertinterviews en de literatuurstudie. De resultaten van de expertinterviews en de literatuuranalyse werden met dat doel in de vragenlijst van de eerste ronde verwerkt. Daardoor had de eerste ronde het karakter van een tweede ronde in de opzet van Mayer.

Voor deelname aan de Delphi-studie zijn personen benaderd die ook na de oriënterende fase betrokken zouden kunnen worden bij de tweede fase, het ontwikkelingsonderzoek. Voor de selectie van deelnemers is gebruikgemaakt van sleutelinformanten. Sleutelinformanten zijn personen waarvan bekend is dat zij veel collega's in hun werkveld kennen. Daardoor zijn informanten beter dan de onderzoekers in staat geschikte deelnemers aan te dragen. Voor elke deelnemerscategorie is een sleutelinformant aangeschreven met het verzoek potentiële deelnemers voor de Delphi aan te dragen. De aangedragen deelnemers zijn schriftelijk benaderd met een verzoek tot deelname. Deze werkwijze verklaart waarschijnlijk de grote hoeveelheid tijd die de 32 deelnemers aan het invullen van de vragenlijst hebben besteed, namelijk anderhalf tot twee uur per persoon, en het hoge aantal van 27 respondenten die opnieuw tijd investeerden in de tweede ronde (Van Weelie & Wals, 1998, p.78).

De Delphi-studie had tot doel tenminste twee deelvragen te beantwoorden die uit de onderzoeksvraag volgden. De eerste deelvraag is inhoudelijk: welke conclusies uit voorafgaand onderzoek over de samenhang tussen het concept biodiversiteit en andere concepten uit de praktijk worden door betrokkenen uit het veld gedeeld, en welke aanvullingen hebben zij op die conclusies? De tweede deelvraag is een valideringsvraag: hoe waarderen de betrokkenen de geformuleerde ontwerpcriteria voor biodiversiteit als onderwijsdomein? De Delphi-studie kende

twee ronden. Het accent van de eerste ronde lag op het exploreren van kennisdomeinen met een relatie tot het concept biodiversiteit. Het accent van de tweede ronde lag op de validering van door de deelnemers in ronde 1 naar voren gebrachte ontwerpcriteria voor onderwijs met het concept biodiversiteit als centraal concept.

Het concept van de vragenlijsten en bijbehorende verantwoordingen, zowel van de eerste als van de tweede ronde, werden aan een wetenschappelijke begeleidingscommissie voorgelegd en bijgesteld; zie voor de vragenlijsten het rapport van *IKC Natuurbeheer* (Van Weelie & Wals, 1998, p.111-126). Vervolgens werd de lijst voorgelegd aan een aantal proefpersonen en getest op leesbaarheid, en opnieuw bijgesteld.

De antwoorden van respondenten werden thematisch geclusterd. Aangezien het ondoenlijk is om alle antwoorden van alle deelnemers aan alle deelnemers voor te leggen, werden samenvattingen gemaakt en teruggekoppeld. Bij het clusteren van de antwoorden werd gewerkt met twee interpretatoren. Hiermee werd voorkomen dat de samenvattingen, en daarmee de vragenlijst in de tweede ronde of de uiteindelijke conclusies te sterk gekleurd zouden worden door de interpretaties van een enkele onderzoeker.

2.3.2 Fase 2: Ontwikkelingsonderzoek

De twee fase bestaat uit de ontwikkeling van een onderwijsleerstrategie voor het wendbaar leren hanteren van het concept biodiversiteit. In deze fase wordt de volgende onderzoeksvraag beantwoord.

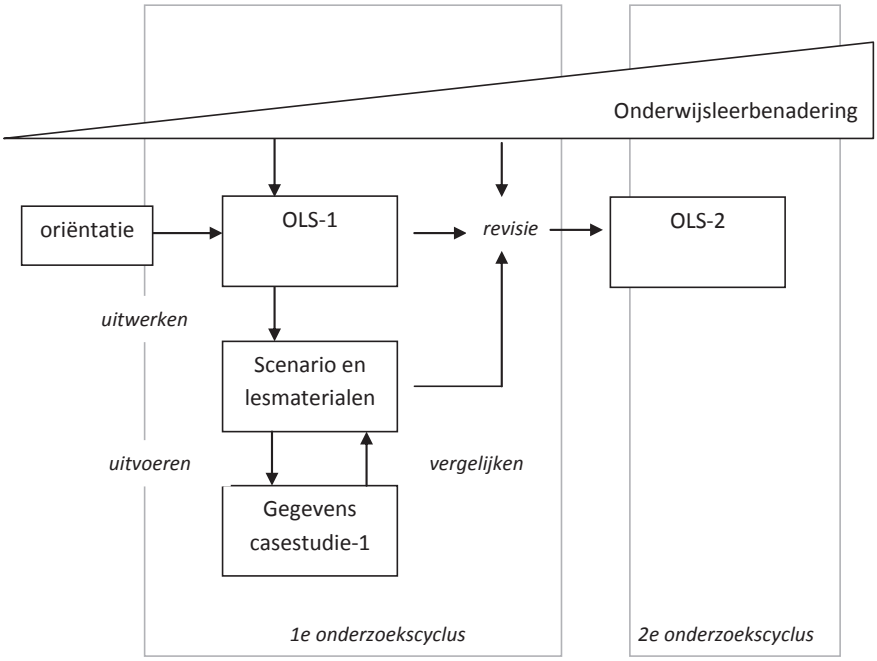
DV 2 Welke kenmerken heeft een uitvoerbare en effectieve onderwijsleerstrategie voor het recontextualiseren van het concept biodiversiteit in de bovenbouw biologie havo en vwo?

In de oriëntatiefase zijn ontwerpcriteria ontwikkeld die geoperationaliseerd worden in een didactisch samenhangende sequentie van onderwijsleeractiviteiten (OLA's), welke een onderwijsleerstrategie (OLS) wordt genoemd. De onderwijsleerstrategie wordt uitgewerkt in een scenario en lesmaterialen; zie figuur 2.2.

Het scenario kan worden opgevat als een uitgebreide docentenhandeling bij het lesmateriaal. Het scenario bij een ontwikkelingsonderzoek omvat echter meer dan een docentenhandeling. Het is een beschrijving van de onderwijsleeractiviteiten en tegelijkertijd een onderbouwing daarvan op grond van de domeinspecifieke onderwijsleerbenadering. De activiteiten voor de docent en de leerlingen worden uitgebreid beschreven (Lijnse, 1995). Behalve een voorschrift voor de activiteiten van de docent en de leerlingen is het scenario ook een beschrijving van de verwachtingen ten aanzien van de opbrengst van de onderwijsleeractiviteiten. Dat maakt de vergelijking met de gegevens tweeledig. Enerzijds wordt bij de analyse beoordeeld of de onderwijsleeractiviteiten zijn uitgevoerd zoals bedoeld. Anderzijds wordt beoordeeld of de leerdoelen zijn bereikt.

Bij de uitvoering van de lessenreeks worden gegevens verzameld over de uitvoering van onderwijsleeractiviteiten waarmee de onderwijsleerstrategie kan worden getest, geëvalueerd en gereviseerd totdat de leerdoelen worden bereikt. Het product van de tweede onderzoeksfase is een geteste onderwijsleerstrategie.

In dit onderzoek worden betekenisverlenende handelingen van leerlingen onderzocht aan de hand van audio-opnamen van leerlingendialogen. De leerlingendialogen ontstaan als gevolg van opdrachten die onderdeel zijn van een voor het onderzoek ontworpen lessenreeks.



Figuur 2.2 ***Ontwikkelcyclus.*** Producten zijn weergegeven als kaders, onderzoeksactiviteiten als pijlen. Ontleend aan Knippels (2002, p.17).

Belangrijk onderdeel van de gegevens vormen de betekenisverlenende handelingen met betrekking tot het concept biodiversiteit die – met enige interpretatie – uit de leerlingendialogen naar voren komen. Naarmate het ontwikkelingsonderzoek vordert, kan beter worden voorzien hoe leerlingen met het concept biodiversiteit omgaan. De daadwerkelijke activiteiten van leerlingen worden steeds vergeleken met de activiteiten zoals voorspeld in het scenario; zie figuur 2.2.

Het waarnemen van betekenisverlenende handelingen tijdens de groepsopdrachten is niet objectief, maar interpretatief. De onderzoeker participeert indirect op verschillende manieren in de betekenisconstructie. Participatie van de onderzoeker is er bijvoorbeeld via het lesmateriaal, en via gesprekken met de docenten. De validiteit en betrouwbaarheid worden gewaarborgd door triangulatie (Baarda & De Goede, 1990, p.96-100). Door waarnemingen op meerdere bronnen te baseren – letterlijk op drie bronnen, zoals de naam van de methodiek zegt – kan geloofwaardig en navolgbaar worden gemaakt dat de conclusies van de conclusies over de authentieke betekenissen van de geobserveerde leerlingen gaan. Schriftelijk werk van leerlingen, nagesprekken met docenten, en afgenomen toetsen vormen bronnen voor triangulatie.

Ontwerpcriteria worden geformuleerd op basis van de analyse van het concept biodiversiteit, de oriëntatie op theorieën over onderwijzen en leren en de veldraadpleging over biodiversiteit als domein voor onderwijs en educatie. De ontwerpcriteria worden geoperationaliseerd in de OLS. Een OLS is een sequentie van onderwijsleeractiviteiten, op handelingsniveau geformuleerd, waarin ontwerpcriteria operationeel zijn gemaakt die met een bepaald onderwijsleerdoel zijn geformuleerd. De criteria zijn hypothetisch in de zin van consequenties van theorieën over onderwijs en leren, in meer of mindere mate ondersteund door empirisch onderzoek. De geplande handelingen worden in lessen verwerkt. Aan de hand van waarnemingen van de handelingen die leerlingen en docent in die lessen uitvoeren, die op de geplande onderwijsleeractiviteiten zijn gebaseerd, wordt de onderwijsleerstrategie getest op validiteit, uitvoerbaarheid en effectiviteit.

Het onderzoek is toetsend in die zin dat een verwerping van een versie van de onderwijsleerstrategie consequenties heeft voor het ontwerp van de volgende versie van de onderwijsleerstrategie. Een casestudie bestaat uit het bepalen van ontwerpcriteria aan de hand van theorie en eerder uitgevoerd empirisch onderzoek, het uitwerken van ontwerpcriteria in een OLS, het operationaliseren van de OLS in een lessenreeks, het uitvoeren en observeren van de lessenreeks, het evalueren van de OLS aan de hand van observaties en doelstellingen. Op een (gedeeltelijke) verwerping van een conceptversie van een onderwijsleerstrategie zijn de volgende drie vervolgacties voor de volgende casestudie mogelijk.

a) *Het ligt aan de gekozen criteria. Dan dienen andere criteria te worden gekozen, waartoe de theorie opnieuw moeten worden geraadpleegd.*
b) *De criteria zijn adequaat. Het ligt aan de operationalisering van die criteria in onderwijsleeractiviteiten. Dan dient de onderwijsleerstrategie worden herzien.*
c) *De criteria en de operationalisering in een onderwijsleerstrategie zijn adequaat. Dan dient de inbedding in lessen en/of de uitvoering van de lessen te worden verbeterd.*

Structuur van het ontwikkelingsonderzoek

In deze subparagraaf worden de structuur en de methodiek van de ontwikkelingsfase van dit onderzoek besproken. Hierbij komen aan bod: de drie scholen van de drie verschillende ontwikkelronden, de aard van de verzamelde gegevens, en de specifieke analysemethoden.

Het ontwikkelingsonderzoek startte met de selectie van docenten en scholen. Voorafgaand aan de eerste casestudie werden gesprekken gevoerd met vijf biologiedocenten van verschillende scholen uit verschillende plaatsen, en werd een gezamenlijke bijeenkomst georganiseerd met dezelfde docenten. Het doel van de gesprekken en de bijeenkomst was in de eerste plaats om docenten te interesseren voor deelname aan het project. Verder was het overleg met docenten belangrijk om de lessen zo goed mogelijk bij de praktijk te laten aansluiten, én voor de werving van docenten voor medewerking aan de lessenreeksen in het ontwikkelingsonderzoek. De eerste selectie van docenten verliep via contacten van medewerkers van de vakgroep. Het ging om docenten die al eerder met didactische experimenten hadden meegedaan, of daarvoor open stonden, en die bekend stonden als bovengemiddeld vaardige en enthousiaste vakmensen. Bij de tweede selectie speelden vooral praktische overwegingen een rol, zoals aansluiting van de planning van de casestudies bij de beschikbaarheid van de docenten, de diversiteit in leerjaren

en –niveaus, en de vakinhoudelijke inpasbaarheid van het project in het jaarprogramma van de betreffende docent. Van de zes docenten die meededen aan de brainstormsessie, deed er een aan de eerste ronde mee, en een aan de derde ronde, de laatste samen met een collega. De docent die meedeed aan de tweede ronde nam voorafgaand aan de brainstormsessie wel deel aan een individueel interview, maar was op de datum van de bijeenkomst verhinderd. Door hun deelname aan de voorbereidingen waren de docenten die de lessenreeksen uitvoerden zeer betrokken en goed geïnformeerd.

In onderstaande tabel zijn enkele gegevens van de deelnemende scholen en docenten weergegeven.

Tabel 2.3 ***Kenmerken van de casestudies*** Weergegeven in de tabel zijn relevante kenmerken van de drie casestudies: schoolkenmerken, docentenkenmerken en aantal audio-opnamen.

Kenmerken	Eerste casestudie	Tweede casestudie	Derde casestudie
Naam school	Mondial College	Gooise scholen Federatie	RSG Broklede voor havo/vwo
Locatie	Lindenholt College	SG Huizermaat	n.v.t.
Niveaus	vmbo (g)/t, havo, vwo	vmbo (g)/t, havo, vwo	havo, vwo
Schoolpopulatie	1300 leerlingen	1100 leerlingen	1200 leerlingen
Plaats, aant. inwoners	Nijmegen, 150.000	Huizen, 40.000	Breukelen, 15.000
Denominatie	Openbaar	Openbaar	Openbaar
Periode	aug. - sept. 1998	dec. 1999 - jan. 2000	feb. – apr. 2000
Leerjaar en –niveau	Eén 4 vwo-klas	Eén 6 vwo-klas	Twee 4 havo-klassen
Aantal leerlingen (n)	n = 31; 1 klas	n = 10; 1 klas	n = 30; 2 klassen
Kenmerken docenten	Mannelijk ca. 30 jaar Leservaring: ca. 5 jr.	Mannelijk ca. 40 jaar Leservaring >10 jr.	Beide vrouwelijk, ca. 30 jaar Leservaring 5-10 jr.
Audio-opnamen	Twee groepen van vier, klassikale gesprekken	Twee duo's, klassikale gesprekken	Klas H4a en H4b: twee groepen van drie of vier, duo's/groepen (les 6), klassikaal

De selectieprocedure resulteerde in een volgorde van leerjaren en onderwijsniveaus in respectievelijk de eerste, tweede en derde casestudie die niet vanzelfsprekend is, namelijk 4 vwo, 6 vwo en 4 havo. De volgende criteria prevaleerden uiteindelijk boven een eventueel logischere keuze van leerjaren en onderwijsniveaus in de casestudies:

- deelname aan de selectieronden
- betrokkenheid en motivatie van de docenten
- inpasbaarheid in de planning
- een zo groot mogelijke dekking van de bovenbouw biologie havo en vwo
- verschillende scholen.

Na iedere casestudie werd de OLS aangepast waarna in de volgende casestudie de aanpassingen in een nieuwe lessenreeks werden geoperationaliseerd. De volgorde 4 vwo, 6 vwo en 4 havo maakte het noodzakelijk om bij het ontwerpen van een nieuwe lessenreeks in de tweede en de derde casestudie behalve met de aanpassingen van de OLS ook rekening te houden met een verschil van twee leerjaren tussen 4 vwo en 6 vwo en met een maximaal verschil tussen 6 vwo en 4 havo. Ook bij de secundaire analyse moesten behalve de aanpassingen van de OLS de verschillen in leerjaren en onderwijsniveaus in aanmerking worden genomen bij de evaluatie van de OLS.

Achteraf beschouwd is de invloed van de volgorde 4 vwo, 6 vwo en 4 havo relatief gering geweest. De evaluatie van OLS 1 (beproefd in 4 vwo) wees uit dat de OLS op hoofdlijnen moest worden aangepast. OLS 2 (beproefd in 6 vwo) verschilde daardoor in grote mate van OLS 1. Het verschil was zo groot was dat het verschil tussen 4 vwo en 6 vwo relatief eenvoudig kon worden meegenomen. Bovendien was de voorkennis van het concept biodiversiteit van de leerlingen in alle leerjaren en onderwijsniveaus nihil. In het ontwerp van OLS 3 moest rekening worden gehouden met het niveauverschil tussen 6 vwo en 4 havo. Doordat in de derde casestudie de leerresultaten niet achteruit gingen, kon de uitvoerbaarheid en de effectiviteit van OLS 3 worden toegeschreven aan de strategie en waren verschillen in leeftijd en niveau geen reden om te twijfelen aan de conclusies. Hierdoor konden de voordelen van de selectie, zoals capabele, gemotiveerde docenten en een breed bereik van doelgroepen in de bovenbouw biologie havo en vwo, in de casestudies worden benut.

In de eerste casestudie werd gewerkt met een blauwdruk, dat wil zeggen een overzicht van alle lessen in de vorm van een tabel, kort ingeleid met de hoofdzaken van de lessenreeks voor het onderzoek en op onderdelen voorzien van toelichtingen. De blauwdruk had de functie van docentenhandleiding voor de deelnemende docent en van scenario voor de onderzoekers. De blauwdruk bestond uit de volgende onderdelen.

- Lesdoelen: functie van de les in de reeks; belangrijkste leerdoelen en activiteiten.
- Setting werkvormen: individueel, duo, groep of klassikaal.
- Activiteit leerlingen: wat de leerlingen doen, zoveel mogelijk in termen van handelingen.
- Activiteit docent: wat de docent doet, zoveel mogelijk in termen van handelingen.
- Materiaal: omschrijving van het lesmateriaal, bronnen, benodigdheden.
- Opdrachten: opmerkingen een aanwijzingen voor de docent bij de opdrachten die in het lesmateriaal stonden.
- Tijd: tijdsbesteding per lesactiviteit, tot 5 minuten nauwkeurig.
- Toets: vooraf aangegeven waarnemingen en andere resultaten waaruit zou blijken of de doelen en verwachtingen per les gehaald zouden zijn.
- Randvoorwaarden: praktische zaken die per les geregeld moesten zijn.
- Activiteit onderzoeker(s): planning van audio-opnamen, observaties, evaluatiegesprekken en dergelijke.
- Analyseplan: vooraf geformuleerde plannen voor verwerking van de gegevens per gegevensbron per les.

- Uitgangspunten: didactische verantwoording van de geplande leeractiviteiten
- Verwachtingen: voorspellingen ten aanzien van de reacties van leerlingen op de leeractiviteiten.

Tussen de lessen door werd steeds een lesscenario geschreven. Hierin stonden aanpassingen van de blauwdruk op grond van de gesprekken met de docent na elke les. In de tweede en derde casestudie werd gewerkt met *scenario's* in de hierboven beschreven betekenis van Lijnse (1995). De scenario's werden per les uitgeschreven. Een lesscenario had, evenals de blauwdruk in de eerste ontwikkelronde, de dubbele functie van docentenhandleiding en onderzoeksinstrument. Deze scenario's waren gedetailleerder en bevatten per les meer informatie dan de blauwdruk in eerste ronde. Een scenario voor een les werd steeds volgens hetzelfde concept opgebouwd:

- De stappen die in deze les worden gemaakt in de geplande structuur van de lessenreeks. Hierbij wordt verwezen naar instrumenten en ontwerpcriteria die in de inleiding van het scenario zijn gegeven.
- Een beschrijving en verantwoording van de inhoud en de leerdoelen van deze les.
- Een beschrijving en verantwoording van de onderwijsleeractiviteiten in deze les en globaal de werkvormen die daarvoor zijn gekozen: individueel, in duo's, groepen of klassikaal.
- Aanwijzingen voor de sturing door de docent, leerlingen en lesmateriaal, met in het bijzonder aandacht voor de vraag hoe, door wie en waardoor de volgende stap in de geplande structuur wordt geïnitieerd; een korte docentenhandleiding.
- Aanwijzingen voor de inhoud en de vorm van benodigd lesmateriaal.
- Verwachtingen, uitgangspunten en eisen van de onderzoeker ten aanzien van het onderwijsleerproces in termen van handelingen en resultaten van de docent, de leerlingen en het lesmateriaal in relatie tot leeractiviteiten en sturing.
- Beschrijving en verantwoording van de geplande dataverzameling.

In de derde casestudie werd het scenario van de tweede casestudie besproken met de twee deelnemende docenten van de derde casestudie en vervolgens aangepast aan de nieuwe lessenreeks. Onderdelen die vooral ter zake deden voor de onderzoekers, en die al in de scenario's voor de tweede casestudie waren verwerkt, konden worden weggelaten, waardoor de scenario's korter en meer op de betreffende docenten en op het gewenste leerjaar en onderwijsniveau toegesneden werden.

Dataverzameling

Ten behoeve van de evaluatie van elke lessenreeks en de daarin besloten onderwijsleerstrategie, werden in elke casestudie verschillende soorten gegevens verzameld. Voor een belangrijk deel bepaalden de scenario's van het onderzoek wat er in de lessen gebeurde. Voor een beperkt deel schreef de specifieke situatie voor welke activiteiten werden gepland en uitgevoerd. De wensen van de docent en aanpassingen aan onderwijsniveau en leerjaar van de leerlingen speelden een rol. Hierdoor verschilde ook de aard van de leerlingenmaterialen, zoals werkbladen en toetsen, die konden worden verzameld. In 6-vwo, in de tweede casestudie, stond bijvoorbeeld een schoolonderzoek vast, terwijl voor de andere leerjaren kon worden gekozen voor een werkstuk (brochure), of proefwerk. Een overzicht van de verzamelde gegevens is opgenomen in tabel 2.4.

Tabel 2.4 ***Codering van de protocolfragmenten*** In de linker kolom zijn de diverse soorten data weergegeven. In de kolom rechts daarvan is de codering weergegeven. Verder is per casestudie aangegeven welke data voor de analyse zijn verzameld en benut.

Data	**Codering** [fragmenten]	**1e casestudie**	**2e casestudie**	**3e casestudie**
Observaties, uitgewerkt in verslagen	n.v.t.	●	●	●
Uitgeschreven audio-opnamen groepen (steeds twee), docent/klassikaal	G1, G2	●	●	●
Uitgeschreven audio-opnamen docent, klassikaal	K	●	●	●
Lesmateriaal, werkbladen	L	●		●
Werkbladen, antwoorden ingevuld door leerlingen	AL	●		●
Tekst uit werkstuk, tekst van leerlingen voor brochure	TW	●		
Proefwerk, fragment uit proefwerkopgaven	P		●	●
Proefwerk, fragment uit de antwoorden van leerlingen	AP		●	●
Gespreksfragment, voorbereidend	VD	●	●	●
Gespreksfragment, nagesprek docent	ND	●	●	●
Gespreksfragment, nagesprek leerlingen	NL	●	●	●
Gespreksfragment, eindevaluatie docent	ED	●	●	●
Gespreksfragment, eindevaluatie leerlingen	EL	●	●	●

De casestudies zijn observaties, het gaat niet om participerend onderzoek. De rolverdeling tussen docent en onderzoek is heel duidelijk. De docent geeft de lessen aan de hand van het scenario. De onderzoeker observeert. In de praktijk heeft de onderzoeker incidenteel interactie met de leerlingen, maar invloed op de onderwijsleeractiviteiten wordt vermeden.

Samenwerking met de docenten

Het ontwikkelingsonderzoek is uitgevoerd in nauwe samenwerking met docenten. Bij iedere casestudie werd de docent of werden de docenten eerst schriftelijk en daarna in een gesprek geïnformeerd over de achtergronden en doelstellingen van het onderzoek. De schriftelijke informatie en de transcripties van de opgenomen gesprekken die voorafgingen aan de gehele lessenreeks zijn van iedere casestudie bewaard en geanalyseerd. Een voorstel voor een lessenreeks werd besproken en op inspraak van de docent werden lessen aangepast met behoud van de vragen en activiteiten die noodzakelijk waren voor de implementatie van de OLS. In de eerste casestudie werden projectlessen afgewisseld met theorielessen. In de tweede en derde casestudie werd geen onderscheid meer gemaakt tussen projectlessen (aan de hand van de OLS) en theorie- of boeklessen (aan de hand van de biologiemethode). De theorielessen werden geschrapt en de lessen over biodiversiteit op basis van de OLS liepen zonder onderbreking door.

Bij alle ontwikkelronden werden de meeste lessen voorafgegaan door een voorbereidend gesprek, vlak voor de betreffende les, of anders na afloop van de vorige les. Van deze gesprekken zijn audio-opnamen gemaakt. De opgenomen gesprekken zijn tegelijkertijd met de opgenomen lessen uitgeschreven en geanalyseerd. Na iedere casestudie werd een eindgesprek gevoerd met de docent, om de lessenreeks en de gang van zaken rond het onderzoek, zoals de samenwerking, te evalueren. De transcripties van de eindgesprekken zijn eveneens geanalyseerd.

Observaties en transcripties

In de eerste casestudie werd gewerkt met twee observatoren, die elk een groep observeerden en van de dialogen van die groep audio-opnamen maakten. Voor de docent en de klassikale gesprekken werd een derde bandrecorder gebruikt. In de tweede en derde casestudie was één observant beschikbaar. Een groep werd intensief gevolgd, van een tweede groep werden alleen audio-opnamen gemaakt, en steeds werd een derde bandrecorder ingezet voor de docent en de klassikale delen van de lessen. De docenten werd gevraagd om de groepen en duo's te selecteren waarvan zij de meest bruikbare dialogen verwachtten. Van alle opnamen werden transcripties gemaakt. In de blauwdruk en de lesscenario's werden observatiedoelen aangegeven.

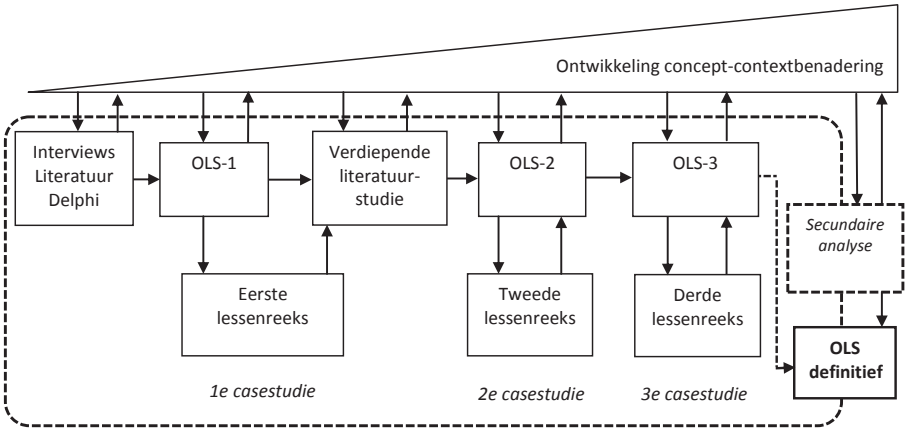
Werkbladen, werkstukken en schriftelijke toetsen

In de eerste casestudie (4 vwo) en de derde casestudie (4 havo) werden werkmappen gemaakt van de werkbladen voor de gehele lessenserie. Deze werkmappen werden betrokken in de observaties tijdens de lessen en na afloop van de lessenserie ingenomen. In de tweede casestudie (6 vwo) werd niet gewerkt met werkbladen. Wel beschikte iedere leerling over lesmateriaal met opdrachten. Deze opdrachten werden vaak mondeling, soms schriftelijk, maar dan in de eigen schriften en multomappen van de leerlingen gemaakt. Alleen de mondelinge antwoorden en oplossingen van de gevolgde duo's zijn dus bewaard gebleven en geanalyseerd. In deze (tweede) casestudie bestond het schoolonderzoek uit een werkboekje, met een tekst voorzien van een verklarende woordenlijst, bijbehorende tekstopdrachten, en open opdrachten. Van deze schoolonderzoeken is al het schriftelijke werk van de leerlingen bewaard en geanalyseerd. In de eerste casestudie bestond de eindopdracht uit het schrijven van een brochure. Alle acht hoofdstukken van de brochure – een hoofdstuk per groep vormt steeds een compleet werkstuk over een deelonderwerp – zijn ingenomen en geanalyseerd. De derde casestudie bevatte een open eindopdracht, die niet met een cijfer werd beoordeeld, en een schriftelijke toets die meetelde als proefwerk. Het werk van beide klassen is nagekeken en becijferd met dezelfde antwoordsleutel en norm. Ter controle van de boordeling werden steekproefsgewijs per klas vier of vijf proefwerken door de docent nagekeken. Fragmenten van de antwoorden van leerlingen zijn meegenomen in de evaluatie van de eerste versie van de onderwijsleerstrategie, hierna aangeduid als OLS 1. In de derde fase (de secundaire analyse) werd het aantal recontextualiseringen in antwoorden van de leerlingen geanalyseerd door middel van trefwoorden. De methode staat uitvoeriger beschreven in § 2.3.3 en hoofdstuk 7.

2.3.3 Fase 3: Secundaire analyse

De derde onderzoeksfase is een tweede analyse, of *secundaire* analyse van de verzamelde gegevens uitgevoerd met als doel een wetenschappelijk gefundeerde uitvoerbare en effectieve onderwijsleerstrategie te ontwikkelen.

In Figuur 2.3 hieronder is het design van de hele studie weergegeven.



Figuur 2.3 ***Design van het uitgevoerde ontwikkelingsonderzoek.*** De ontwikkeling van een onderwijsleerstrategie voor het recontextualiseren van het concept biodiversiteit in de bovenbouw biologie havo en vwo.

In de primaire onderzoeksfase lag de nadruk op de uitvoerbaarheid en de effectiviteit van de OLS en minder op de analyse van de verzamelde gegevens met betrekking tot het recontextualiseren. De secundaire analyse had tot doel de volgende deelvragen te beantwoorden.

DV 3 *Hoe leren leerlingen het concept biodiversiteit recontextualiseren door middel van de OLS?*

DV 4 *Hoe goed leren leerlingen het concept biodiversiteit recontextualiseren door middel van de OLS?*

In de secundaire analyse zijn de antwoorden op de toetsen van de tweede en derde casestudie onderzocht op het recontextualiseren van de componenten van de werkdefinitie van het concept biodiversiteit zoals geformuleerd in het scenario. Alle antwoorden zijn gedigitaliseerd. De volgende regels zijn gehanteerd bij het scoren.

- Er is onderscheid gemaakt tussen het *noemen* van een component (geen recontextualisering) en het *hanteren* van een component bij het beantwoorden van de vraag (recontextualisering).
- Per vraag wordt elke component één keer gescoord of niet gescoord. Leerlingen die veel tekst gebruiken, scoren dus niet vaker dan leerlingen die bondig schrijven.

- Het hanteren van componenten is welwillend geïnterpreteerd. Dit wil zeggen dat ook synoniemen en omschrijvingen in eigen woorden van leerlingen zijn geïnterpreteerd als het hanteren van componenten.
- Interpretaties zijn besproken met een tweede beoordelaar totdat overeenstemming over de interpretaties werd bereikt.
- De werkwijze bij de analyse van de toetsen is inzichtelijk gepresenteerd in hoofdstuk 6 en 7, zodat de interpretaties navolgbaar zijn.
- De aantallen recontextualiseringen (frequenties) per component, per toetsvraag en per leerling zijn in hoofdstuk 6 en 7 in tabellen gepresenteerd.

De ontwikkeling van de concept-contextbenadering was in de derde fase verder gevorderd. Hierdoor was het mogelijk de wetenschappelijke opbrengst van het onderzoek, de operationalisering van de concept-contextbenadering, duidelijker te formuleren. In hoofdstuk 5 is verder uitgewerkt op welke manier de concept-contextbenadering avant la lettre het ontwikkelingsonderzoek heeft gevoed. In hoofdstuk 6 en 7 komt de invloed van latere ontwikkelingen in de concept-contextbenadering naar voren, met name bij de analyse van de toetsen.

2.4 Consequenties voor de OLS afleiden uit de casestudies

Doel van het ontwikkelingsonderzoek is om een adequate strategie te ontwikkelen voor het wendbaar leren toepassen van het concept biodiversiteit. Uit de evaluatie van OLS 1 kwam naar voren dat met de uitgevoerde lessenreeks niet alle geformuleerde leerdoelen zijn bereikt. Wat dit betekent voor de OLS is echter nog de vraag. Doel van de evaluatie van OLS 1 is om te bepalen in hoeverre de leerdoelen zijn bereikt en om te verklaren waardoor de leerdoelen al of niet zijn bereikt. De verklaringen kunnen op verschillende niveaus liggen: de onderwijsleeractiviteiten, de onderwijsleerstrategie, of de ontwerpcriteria. Op welk niveau het wel of niet bereiken van de leerdoelen kan worden verklaard, wordt bepaald door de volgende drie voorwaarden:

Voorwaarde 1: De ontwerpcriteria zijn adequaat uitgewerkt in de OLS.

Voorwaarde 2: De OLS is adequaat uitgewerkt in de geplande lessenreeks.

Voorwaarde 3: De *uitgevoerde* lessenreeks, met in het bijzonder de uitvoering van de OLS-specifieke OLA's en de volgorde daarvan, komt overeen met de *geplande* lessenreeks.

In casestudies van ontwikkelingsonderzoek worden gegevens verzameld over de uitvoering van de lessenreeks en de leereffecten daarvan bij leerlingen. Wanneer de leerdoelen niet worden bereikt, gezien gegevens over de leereffecten, blijven de ontwerpcriteria het langst ongemoeid. Eerst wordt daarom gekeken of de OLA zijn uitgevoerd zoals gepland. Is dit niet het geval, gezien de gegevens over de uitvoering, dan kunnen geen conclusies worden getrokken ten aanzien van de effectiviteit van de OLS, in elk geval niet op basis van de waarnemingen. Er zijn echter wel

aanbevelingen mogelijk voor een volgende versie van de OLS. Een redenering kan zijn dat de OLA niet uitvoerbaar was zoals gepland en dat de ontwerpcriteria daarom op een andere manier in de OLS moeten worden uitgewerkt.

Het leggen van relaties tussen de gegevens die de casestudie heeft opgeleverd en conclusies die leiden tot aanpassen van de OLS is een interpretatief proces. In § 2.3.3 is ingegaan op de werkwijze die daarbij is gehanteerd. In hoofdstuk 6 en 7 wordt uitvoeriger beschreven hoe de protocollen (transcripties van audio-opnamen van leerlingendialogen) en de antwoorden op de toetsen zijn geanalyseerd. Voor de protocollen is veel gebruikgemaakt van triangulatie, dat wil zeggen meerdere gegevensbronnen raadplegen en vergelijken bij het beantwoorden van deel-onderzoeksvragen. Voor de toets is gebruikgemaakt van een interpretatiemodel en overleg met een tweede beoordelaar (§ 6.4.2 en 7.4.2).

Wanneer de leerdoelen met de adequaat uitgevoerde OLA's worden bereikt en de uitwerking van de ontwerpcriteria in de sequentie van OLA's is adequaat beargumenteerd, is sprake van een adequate OLS. Een OLS is een hypothese in de zin dat het een voorspelling is van een effectieve strategie op basis van theorie, de ontwerpcriteria. Wanneer de leerdoelen zijn bereikt en de effectiviteit van de OLS aannemelijk kan worden verklaard uit de OLA's die zijn uitgevoerd zoals gepland, en de OLS is een aannemelijke afleiding van de ontwerpcriteria, dan is een praktische onderbouwing van de theorie aannemelijk gemaakt. In triviale zin blijft een OLS, evenals alle hypothesen, *underdetermined by data*, wat in het Nederlands wordt vertaald met "onderbepaaldheid" van de hypothese door gegevens. Daarmee wordt bedoeld dat er altijd een andere strategie mogelijk is met dezelfde effectiviteit, of mogelijk zelfs een hogere effectiviteit, die door dezelfde gegevens onderbouwd zou kunnen worden.

Understanding one option deeply will still not tell the designer whether another option might be even better. Walker in Van den Akker (Van den Akker, Gravemeijer, McKenney, & Nieveen, 2006).

Als hypothese verifieert de OLS de theorie niet, een effectieve strategie maakt de theorie niet waar, alleen aannemelijker. Voor het onderwijs is dit minder van belang, omdat het bereiken van de leerdoelen voorop staat. Een leraar lijkt in dit opzicht op een voetbalcoach. Het maakt op een winnende coach geen indruk wanneer we hem voorhouden dat er andere strategieën mogelijk zijn met dezelfde effectiviteit. Dat is waar, maar triviaal.

Van wetenschappelijk belang is de constatering dat ook het falsificeren van een onderwijsleerbenadering in logisch opzicht met een ontwikkelingsonderzoek moeilijk te bereiken is. Met een OLS die niet effectief is, worden de leerdoelen niet bereikt. De theorie achter de ontwerpcriteria blijft echter ongemoeid. Dit proefschrift beoogt een wetenschappelijke bijdrage te leveren aan de concept-contextbenadering voor het biologieonderwijs door een praktische fundering te geven van een van haar strategieën, namelijk recontextualiseren. De verwachtingen ten aanzien van de wetenschappelijke opbrengst van dit onderzoek is besproken in hst.2. Het valt buiten het bestek van dit proefschrift om in te gaan op de falsificeerbaarheid van algemene theorieën over leren en onderwijzen.

Aanpassen van de OLA's en het uitvoeren van een volgende casestudie is noodzakelijk wanneer de leerdoelen niet worden bereikt doordat de geplande OLA's niet adequaat zijn uitgevoerd (voorwaarde 1), of wanneer door het uitvoeren van de lessenreeks blijkt dat de sequentie van OLA's geen adequate uitwerking is van de OLS (voorwaarde 2). Consequenties voor de OLS ontstaan wanneer de leerdoelen niet zijn bereikt, terwijl de OLA's zijn uitgevoerd zoals gepland (voorwaarde 1), de OLS op een aannemelijke manier is uitgewerkt in de geplande lessenreeks (voorwaarde 2) en de OLS een aannemelijke uitwerking is van de ontwerpcriteria (voorwaarde 3).

Pas in laatste instantie worden de ontwerpcriteria aangepast. Een casestudie kan aanwijzingen opleveren dat de ontwerpcriteria niet voldoen. De leerdoelen zijn niet bereikt en de OLS kan met behulp van de ontwerpcriteria niet worden aangepast om de gesignaleerde problemen op te lossen. Dan zal een aanvullende literatuurstudie nodig zijn om de ontwerpcriteria scherper te formuleren of aan te vullen, of beide.

Hoofdstuk 3

Het concept biodiversiteit

3.1 Inleiding 48

3.2 Het definiëren van het concept biodiversiteit 48

3.3 Toepassingen van de werkdefinitie 57

3.3.1 Het concept biodiversiteit als 'natuur' 59

3.3.2 Het concept biodiversiteit als 'natuurlijke hulpbron' 60

3.3.3 Het concept biodiversiteit als 'index' 62

Biologische eenheden 62

Verscheidenheid 66

Ruimtelijke dimensie 68

Temporele dimensie 71

3.4 Conclusies van de conceptuele analyse 73

3.5 Ontwerpcriteria 74

3.1 Inleiding

De term biodiversiteit is een samentrekking van de term biologische diversiteit. Diversiteit betekent verscheidenheid, biologische diversiteit betekent verscheidenheid in de levende natuur. Een verkenning van documenten waarin het concept biodiversiteit een prominente functie heeft, laat al snel zien dat het concept meerdere betekenissen heeft. Soms wordt het concept biodiversiteit gehanteerd in de algemene betekenis van verscheidenheid in de levende natuur, soms heeft het concept een specifiekere betekenis. Het concept biodiversiteit is meerduidig en contextafhankelijk. Door deze eigenschappen is een analyse van het concept biodiversiteit noodzakelijk voor de ontwikkeling van inhoudelijke ontwerpcriteria voor het ontwerpen van een onderwijsleerstrategie voor het concept biodiversiteit.

In hoofdstuk 3 worden de resultaten besproken van de analyse van het concept biodiversiteit en de kennis die met dit concept samenhangt als domein voor biologieonderwijs. Het doel van de analyse in dit hoofdstuk is de ontwikkeling van inhoudelijke ontwerpcriteria voor het ontwerpen van een onderwijsleerstrategie.

In §3.2 wordt een definitiemethode ontwikkeld op basis van de expertinterviews en de conceptuele analyse. In § 3.3 wordt deze werkwijze geïllustreerd met representatieve citaten uit wetenschappelijke praktijken en beroepspraktijken. Daarna worden in § 3.4 de conclusies van de analyse van het concept biodiversiteit samengevat. Tot slot worden in § 3.5 de ontwerpcriteria besproken die aan deze conclusies worden ontleend.

3.2 Het definiëren van het concept biodiversiteit

In deze paragraaf wordt een werkwijze ontwikkeld voor het verhelderen van de betekenis van het concept biodiversiteit en het formuleren van preciserende definities van het concept biodiversiteit in specifieke contexten. De werkwijze bestaat uit twee stappen.

De eerste stap is het maken van een onderscheid tussen drie betekenissen van het concept biodiversiteit: ‘natuur’, ‘natuurlijke hulpbron’ en ‘index’. In deze betekenissen heeft het concept biodiversiteit steeds een andere *conceptuele kern*. De werkdefinitie van het concept biodiversiteit als ‘index’ kan op verschillende manieren worden ingevuld, waardoor verschillende definities ontstaan, maar de conceptuele kern blijft ‘index’. In de betekenis van ‘natuur’ of ‘natuurlijke hulpbron’ verwijst het concept biodiversiteit niet naar een index, maar heeft het concept een andere denotatie.

De tweede stap is het formuleren van een preciserende definitie van het concept biodiversiteit als ‘index’. Voor deze stap is een heuristiek ontwikkeld, een werkdefinitie waarmee preciserende definities kunnen worden geformuleerd.

In deze paragraaf staan twee sub-vragen van de in § 2.3 geformuleerde deelvraag DV 1 centraal: Welke ontwerpcriteria gelden voor de ontwikkeling van een onderwijsleerstrategie voor het recontextualiseren van het concept biodiversiteit in de bovenbouw biologie havo en vwo?

DV 1a In welke authentieke handelingspraktijken speelt het concept biodiversiteit een rol? Met andere woorden, welke authentieke handelingspraktijken zijn biodiversity-based*?*

DV 1b Welke contextspecifieke betekenissen heeft het concept biodiversiteit in biodiversity-based *handelingspraktijken?*

In de expertinterviews (§ 2.3) kwam de meerduidigheid van het concept biodiversiteit aan de orde. De volgende vier citaten uit de expertinterviews illustreren de behoefte aan duidelijkheid over de betekenis van het concept biodiversiteit bij aanvang van het onderzoek. Informanten 4, 5 en 6 zijn biologen uit verschillende disciplines: ecologie, theoretische biologie en wetenschapsfilosofie van de levenswetenschappen. De informant-nummers verwijzen naar tabel 2.2, hoofdstuk 2.

Informant 4: "Biodiversiteit is niet een echt begrip, het is niet een operationeel iets waar je mee kan werken. Het is niet iets vatbaars, maar je kan het natuurlijk wel gebruiken door het te modificeren en dan te zeggen van nou, met biodiversiteit bedoel ik in dit geval dat en dat."

Volgens informant 4 staat het concept biodiversiteit voor een verzameling definities die alleen voor een klein aantal onderzoekers binnen hun eigen kring betekenis hebben. Jozefzoon (1985) noemt definities voor eigen gebruik stipulatieve definities. De betekenis van een concept wordt gestipuleerd, of bepaald door de auteur. Zo'n definitie is dus geen beschrijving van het gebruik van een woord door een grotere groep andere personen, zoals in een woordenboek der Nederlandse taal het woordgebruik door Nederlanders wordt uitgelegd. Woordenboekdefinities of 'lexicale definities' kunnen wel of niet waar zijn, dat wil zeggen al dan niet in overeenstemming zijn met het werkelijke taalgebruik binnen een bepaalde praktijk. Bij stipulatieve definities is vergelijking met een bestaande praktijk niet mogelijk. Volgens informant 4 is er geen gangbare betekenis van het concept biodiversiteit. Iedereen hanteert zijn of haar eigen definitie. Informant 6, eveneens bioloog, heeft daar een andere mening over, zo blijkt uit het onderstaande citaat.

Informant 6: "Biodiversiteit is wel degelijk een sleutelbegrip in de biologie. Niet in die zin dat je één definitie zou kunnen geven, maar wel in die zin dat het een soort overkoepelend begrip is dat in verschillende contexten verschillend ingekleurd wordt en dat als algemeen overkoepelend begrip betekenis heeft."

Informant 6 geeft evenals informant 4 aan dat het concept biodiversiteit meerduidig is. In tegenstelling tot informant 4 vindt informant 6 dat het concept biodiversiteit een sleutelbegrip is. Het concept biodiversiteit heeft betekenis als overkoepelend concept en wordt contextafhankelijk ingevuld. Informant 4 vindt het concept biodiversiteit op zichzelf geen sleutelbegrip, alleen concrete invullingen van het concept zijn betekenisvol.

Informant 5 formuleert de waarde van het concept biodiversiteit als algemeen concept als volgt.

Informant 5: "Biodiversiteit is een soort 'eenhoornbegrip'. 'Een eenhoorn' heeft een prachtige symbolische waarde, je kunt er dingen mee oproepen, je kunt er sprookjes over vertellen, je kunt er mensen buitengewoon prettige gevoelens bij geven, het kan van sociaal en maatschappelijk geweldig belang zijn, je kunt er beelden van maken, je kunt hem aanbidden, weet ik wat je er allemaal niet mee kan. Maar dat betekent helemaal niet dat er ooit een eenhoorn heeft rondgelopen of nu rondloopt."

Biodiversiteit wordt soms op een symbolische manier gebruikt. Informant 5 noemt zo'n symbolisch toegepast concept een *eenhoornbegrip*, omdat het concept eenhoorn geen empirische referent heeft, maar wel een symbolische betekenis. De bedoeling van degene die het concept biodiversiteit hanteert is dan niet om te verwijzen naar meetbare eenheden, maar naar een *waarde*, iets belangrijks, iets waardevols. Het concept biodiversiteit wordt dan symbolisch gebruikt. De symbolische betekenis van het concept biodiversiteit komt terug in de betekenis van het concept biodiversiteit als 'natuur', omdat ook het concept natuur in sommige praktijken een symbolische betekenis heeft.

Behalve als 'eenhoornbegrip' komt het concept biodiversiteit ook voor in teksten die tot doel hebben een duidelijk antwoord geven op de vraag wat het concept biodiversiteit betekent. Uit dergelijke teksten komen de volgende twee voorbeelden.

Met de populaire term biodiversiteit wordt verwezen naar de enorme vormenrijkdom die het leven kenmerkt, van genen en eiwitmoleculen tot soorten van organismen en levensgemeenschappen (Gittenberger, 1995, p.5).

In de eenvoudigste en meeste algemene betekenis is biodiversiteit te definiëren als de som van alle verschillende soorten organismen die in een bepaald gebied voorkomen (Dobson, 1997, p.10).

Beide citaten komen uit inleidende teksten. Het citaat van Gittenberger komt uit zijn inleidende artikel in de bundel *Biodiversiteit in Nederland* (Van Nieukerken, Van Loon, & Van Loon, 1995). Het citaat van Dobson komt uit het inleidende hoofdstuk van zijn boek *Conservation and biodiversity,* in het Nederlands uitgegeven door Natuur & Techniek (Dobson, 1997). Opvallend aan deze twee definities van het concept biodiversiteit is dat zij niet onderling uitwisselbaar zijn, hoewel zij beide afkomstig zijn uit een inleiding op populairwetenschappelijke teksten. Gittenberger (voorbeeld 1) vertrekt vanuit de brede betekenis die het concept biodiversiteit heeft in populair taalgebruik om vervolgens meer genuanceerde biologische definities te bespreken. Dobson (voorbeeld 2) geeft aan hoe 'biodiversiteit' in de 'eenvoudigste en meeste algemene' zin wordt gebruikt. Deze definitie roept de vraag op in welke minder eenvoudige en minder algemene betekenissen het concept biodiversiteit te definiëren is. Dat is mogelijk de bedoeling van Dobson, omdat die vervolgens uitgebreid in gaat op complexere methoden om het concept biodiversiteit te definiëren.

Gaandeweg de oriënterende fase van het onderzoek werden meer algemene definities gevonden, zoals de definities van Gittenberger en Dobson. De conclusie die hieruit werd getrokken, is dat er geen lexicale definitie van het concept biodiversiteit is te geven die voldoende beschrijft hoe het concept in de praktijk wordt gehanteerd. Het concept heeft niet een of enkele gangbare betekenissen. Er is een verzameling van algemene definities zoals bovengenoemde twee voorbeelden en een verzameling van specifiekere definities. Hoe meer experts werden geïnterviewd en hoe meer literatuur werd geraadpleegd om te verhelderen hoe het concept biodiversiteit in de praktijk wordt gebruikt, hoe duidelijker het werd dat biodiversiteit in verschillende handelingspraktijken verschillende betekenissen heeft. Een van de conclusies van de expertinterviews was dat het wenselijk zou zijn niet uitsluitend een of meerdere specifieke betekenissen van het concept biodiversiteit te verklaren, maar juist de meerduidigheid van het concept centraal te stellen in onderwijs over biodiversiteit.

Desalniettemin ontstond in de loop van het literatuuronderzoek een bepaalde verzadiging. Dat wil zeggen dat bepaalde definities steeds opnieuw werden teruggevonden en dat na een relatief groot aantal documenten, met name wetenschappelijke artikelen, beleidsdocumenten en populairwetenschappelijke boeken, geen definities meer werden gevonden die afweken van de reeds gevonden definities. Hieruit ontstond een werkwijze voor het verklaren van de betekenis van het concept biodiversiteit in een gegeven tekst. In een nieuwe reeks documenten werd systematisch gezocht naar nieuwe definities om te bevestigen dat het verzadigingspunt werd bereikt.

Ten einde een duidelijk systeem aan te brengen in de werkwijze voor het definiëren van het concept biodiversiteit, en om de werkwijze ook voor docenten en leerlingen hanteerbaar te maken, werd aangesloten bij de praktische handleiding voor definiëren van Jozefzoon (1985). Jozefzoon heeft op toegankelijke wijze een aantal standaardwerken op het gebied van de betekenistheorie samengevat en toepasbaar gemaakt.

Volgens Jozefzoon is het definiëren van een concept een activiteit die tot doel heeft de betekenis van het concept te verklaren. Hij sluit aan bij de moderne betekenistheorie die zegt dat de betekenis van een woord besloten ligt in het gebruik van dat woord in zinnen of uitspraken. Jozefzoon noemt dit de *meaning is use* theorie. De definitie is geen doel op zichzelf. Het is de bedoeling het gebruik van het concept biodiversiteit te verklaren door verschillende groepen mensen in verschillende handelingspraktijken en de verschillen in dit taalgebruik, zoals een antropoloog eetgewoonten bestudeert bij inheemse volken.

Bij het formuleren van definities van concepten, zoals het concept biodiversiteit, zijn er steeds drie partijen in het spel: de definiërende persoon (1^{e} partij) verklaart voor een groep lezers van de definitie (2^{e} partij) de betekenis van het concept biodiversiteit door te beschrijven hoe een bepaalde groep personen (3^{e} partij) het concept hanteert. De definiërende partij moet dus zorg dragen voor twee zaken. Ten eerste de overeenstemming met de werkelijkheid van de beschrijving van een praktijk die elke definitie geeft die volgens de 'antropologische methode' is gemaakt. De personen die deelnemen aan de beschreven praktijk moeten zich in de definitie kunnen herkennen. Ten tweede moet de definitie begrijpelijk zijn voor de lezers waar de verklaring van de betekenis van biodiversiteit voor is bedoeld, ook als deze lezers niet behoren tot de 'inheemse' gebruikers van het concept. Dit geldt in het bijzonder voor definities in het onderwijs, omdat leerlingen vaak leren over praktijken waaraan zij zelf (nog) niet actief deelnemen.

Niet iedere methode van definiëren is geschikt voor elk te definiëren concept. Bij aanvang van de expertinterviews en de literatuurstudie leek het in eerste instantie voor de hand liggend om te zoeken naar hetgeen waarnaar het concept biodiversiteit verwijst, ook wel de denotatie genoemd, zoals Van Dale[1] het woord 'mes' definieert: werktuig om te snijden. Voor het concept biodiversiteit in de symbolische betekenis, als 'eenhoornbegrip' volgens informant 5 is dit geen effectieve strategie. Biodiversiteit is echter niet uitsluitend een symbolisch concept, maar wordt soms ook gebruikt in de betekenis van een woord met een empirische referentie, dat wil zeggen dat het concept biodiversiteit verwijst naar iets in de werkelijkheid. Volgens Jozefzoon is een analytische definitie dan adequaat.

1 Van Dale Groot Woordenboek der Nederlandse Taal, negende druk 1970.

$X =_{df} Y$ met onderscheidende kenmerken a, b, c.

In deze definitie is X een lid van de algemene klasse Y, waarbij X zich onderscheidt van andere leden van klasse Y door de kenmerken a, b en c. De verscheidenheid in de levende natuur, uit de definitie van Voorbeeld 1 hierboven, kan op dezelfde manier worden gedefinieerd. De lexicale definitie van verscheidenheid in Van Dale[2] is "groep of verzameling van onderling verschillende eenheden", of "verzameling van zeer verschillende zaken"[3]. Biologische verscheidenheid (X) is een bijzonder soort verscheidenheid (Y), namelijk een groep of verzameling van onderling verschillende biologische eenheden.

Een spreker of schrijver die het concept biodiversiteit opvat volgens Gittenberger heeft het over onderling verschillende *biologische* eenheden op verschillende organisatieniveaus: 'van genen en eiwitmoleculen tot soorten van organismen en levensgemeenschappen'. Dobson beperkt zich in zijn definitie tot verschillende soorten. Daarnaast is de verwijzing naar 'de vormenrijkdom die *het leven* kenmerkt' bij Gittenberger niet equivalent aan 'de som van alle soorten die in *een bepaald gebied* voorkomen'. De empirische referent van 'het leven' kan niet op dezelfde wijze worden vastgesteld als de empirische referent van 'een bepaald gebied'. Toch lijkt de analytische definitiemethode geschikt voor bepaalde betekenissen van het concept biodiversiteit.

Tijdens de expertinterviews en de literatuurstudie bleek echter dat de analytische methode niet tot een enkele bruikbare definitie van het concept biodiversiteit kan leiden.

- Het concept biodiversiteit wordt in beroepspraktijken gehanteerd in verschillende betekenissen die niet in een enkele analytische definitie verenigbaar zijn.
- Het concept biodiversiteit wordt in wetenschappelijke praktijken nauwkeurig en meetbaar gedefinieerd in de vorm van statistische formules. Er is een achtergrond in de ecologie en statistiek nodig om deze formules te kunnen begrijpen. Verschillende formules hebben verschillende empirische referenten.

Tegelijkertijd kwam uit de expertinterviews en de literatuurstudie naar voren dat biodiversiteit in veel beleidsdocumenten en wetenschappelijke artikelen een prominente functie heeft. Er zijn bijvoorbeeld geen internationale verdragen op het gebied van natuur en milieu die door zoveel landen zijn geratificeerd al het *Verdrag inzake biologische diversiteit*. Het concept *biodiversity* gaf als trefwoord in wetenschappelijk literatuurbestand eind jaren negentig al een enorme hoeveelheid artikelen. Met andere woorden, het concept biodiversiteit is een centraal biologisch begrip, dat veel kennis structureert. Aan de andere kant blijkt er niet een enkele woordenboekdefinitie voor het concept biodiversiteit voor handen te zijn en is het niet eenvoudig om een bevredigende definitie te formuleren.

Naast definitiemethoden, zoals de 'antropologische methode' en de 'analystische methode, noemt Jozefzoon negen criteria waaraan definities moeten voldoen (Jozefzoon, 1985). Jozefzoon ontleent deze criteria aan Simco & James (1976).

2 idem.
3 Van Dale onlinewoordenboek Nederlands, 9 mei 2008

1. Men moet bij het definiëren de kennis en ervaring van de personen voor wie de definitie is bedoeld in overweging nemen.
2. Men moet in een definitie vage en dubbelzinnige woorden vermijden.
3. Men moet in een definitie emotionele taal vermijden.
4. Men moet in een definitie grappige (of schertsende) en figuurlijke taal vermijden.
5. Een definitie moet niet circulair zijn.
6. Een definitie moet consistent zijn met definities die al eerder zijn of later worden gegeven. Ze moeten niet wederzijds circulair zijn.
7. Een definitie moet niet onnodig negatief zijn[4].
8. Een definitie moet niet te nauw, maar ook niet te ruim zijn.
9. Een definitie moet adequaat zijn om het doel te dienen waarvoor ze is bedoeld.

Het eerste criterium is in feite een didactisch criterium. Criteria 2, 3, en 4 zijn van taalkundige aard, terwijl criteria 5, 6, 7 en 8 terug zijn te voeren op de logica. Het negende criterium is een functioneel criterium. Dergelijke criteria voor definities zijn ook elders in de wetenschapsfilosofie terug te vinden. Van der Steen (1993, p.18) noemt voor definities van wetenschappelijke concepten vijf criteria, waarvan er vier overeenkomen met de criteria 2, 5, 7 en 8 van Jozefzoon. Hij vult Jozefzoon dus met een criterium aan, namelijk: een definitie mag geen begeleidende kenmerken noemen. Begeleidende kenmerken zijn kenmerken die wel bij de definiens (X) horen, maar ook bij andere leden van de algemene klasse (Y). Definiërende of onderscheidende kenmerken horen uitsluiten bij X en niet bij andere leden van Y.

Definities die tijdens de conceptuele analyse werden geformuleerd in een poging om alle betekenisaspecten van biodiversiteit in één definiendum te formuleren, voldeden niet aan deze criteria. In de analyse van documenten viel juist de verscheidenheid in betekenissen van het concept biodiversiteit op Door betekenissen van het concept biodiversiteit te onderzoeken volgens de antropologisch methode, kwamen verschillende vragen over biodiversiteit naar voren, waarin de betekenis van het concept biodiversiteit verschilt, bijvoorbeeld:

- Wat is de aard van de objecten waarnaar het concept biodiversiteit verwijst?
- Wat is de oorzaak van biodiversiteit?
- Wat is de functie van biodiversiteit in een ecosysteem?
- Wat is het belang van biodiversiteit voor onze economie?

Deze en andere vragen kunnen stuk voor stuk leiden tot verklaringen van de betekenis van het concept biodiversiteit en dus tot definities. Zulke definities zijn relevant voor specifieke contexten en activiteiten waarin het concept biodiversiteit wordt gehanteerd.

4 Het definiens moet zo veel mogelijk verwijzen naar eigenschappen die het definiendum bezit, en niet onnodig naar eigenschappen die het definiendum niet heeft. Soms is een negatieve definitie echter acceptabel. Een voorbeeld is de definitie van Van Dale onlinewoordenboek Nederlands (9 mei 2008) van het woord 'leegte' 1) het niet gevuld zijn, het zonder inhoud zijn, 2) ongevulde ruimte of plaats.

Voor onderwijs over biodiversiteit zijn in principe alle vragen over biodiversiteit relevant. Tijdens de conceptuele analyse is een zo groot mogelijke verscheidenheid aan documenten onderzocht om zoveel mogelijk betekenissen van biodiversiteit aan de orde te laten komen.

In dit hoofdstuk wordt de vraag beantwoord in welk soort uitspraken het concept biodiversiteit wordt gebruikt en welke functie dit concept in dit soort uitspraken heeft? Deze vraag correspondeert met de deelvragen DV 1a en DV 1b zoals eerder in deze paragraaf (§ 3.2) geformuleerd. Uitspraken over biodiversiteit worden gedaan door deelnemers aan een praktijk. Met het concept 'praktijk' wordt bedoeld een samenhangend geheel van activiteiten waarbinnen de betrokken personen het concept biodiversiteit hanteren. Er zijn verschillende activiteiten waarin het concept biodiversiteit een rol speelt, bijvoorbeeld ecologisch onderzoek of natuureducatie in het basisonderwijs. De betekenis van het concept biodiversiteit kan per activiteit verschillen.

In de analyse werden expertinterviews, wetenschappelijke literatuur en beleidsdocumenten onderzocht op de vraag hoe het concept biodiversiteit wordt gebruikt (zie § 2.3). Deze conceptuele analyse leidde tot het inzicht dat hoewel er soms grote verschillen werden geconstateerd in het gebruik van het concept biodiversiteit *tussen* verschillende praktijken, er *binnen* een praktijk meestal duidelijke preciserende definities van biodiversiteit konden worden gegeven. Door de uitspraken te clusteren kwam naar voren dat drie betekenissen van het concept biodiversiteit een hoofdrol spelen: 'natuur', 'natuurlijke hulpbron' en 'index'.

1. Het concept biodiversiteit als 'natuur'

In sommige uitspraken is het concept biodiversiteit synoniem met 'de levende natuur'. Het concept biodiversiteit kan in die uitspraken worden vervangen door het concept natuur. Helemaal equivalent zijn de biodiversiteitvariant en de natuurvariant van de uitspraak niet, doordat het concept biodiversiteit andere associaties oproept dan het concept natuur, het heeft een andere gevoelswaarde, een andere connotatie. Een uitspraak over biodiversiteit komt moderner en wetenschappelijker over dan een uitspraak over natuur en is in zulke uitspraken even onduidelijk als het concept natuur. Het concept biodiversiteit 'erft' de denotatie van het concept natuur in uitspraken waarin het concept als synoniem van 'natuur' wordt gehanteerd.

2. Het concept biodiversiteit als 'natuurlijke hulpbron'

In uitspraken waarin het belang van biodiversiteit voor mensen wordt benadrukt, heeft het concept biodiversiteit vaak de betekenis van 'natuurlijke hulpbron', vergelijkbaar met schoon drinkwater of zonne-energie. De biodiversiteit van een land kan geëxploiteerd worden, zoals vruchtbare landbouwgrond of delfstoffen. Een afgeleide daarvan is het belang van biodiversiteit voor de biosfeer, of voor doelsoorten, dat wil zeggen bepaalde dier- en plantensoorten die in natuurbeleid centraal staan.

3. Het concept biodiversiteit als 'index'

In uitspraken waarin het de ecologische betekenis van het concept biodiversiteit voorop staat heeft het concept de betekenis van een meetbare grootheid, een index. Biodiversiteit als index kan op veel manieren preciserend gedefinieerd en geoperationaliseerd worden. Niet uitsluitend in wetenschappelijke praktijken, maar ook in beroepspraktijken wordt het concept biodiversiteit

als 'index' gehanteerd, dat wil zeggen in een min of meer aan de ecologische betekenis verwante betekenis van soortenrijkdom in een gebied.

Hengeveld (1995) houdt een betoog voor het meten van alle mogelijke respons van soorten op veranderende milieuomstandigheden, inclusief milieuomstandigheden die door toedoen van menselijke activiteiten veranderen, met gevolgen voor de biodiversiteit. Hij laat zien dat het meten van biodiversiteit in de betekenis van aantal soorten per gebied te weinig informatie geeft. Hengeveld geeft in zijn betoog een bijzondere definitie van het concept biodiversiteit als 'index'.

In onderstaande citaat is de definitie van Hengeveld cursief gedrukt. In deze definitie worden in zeer ruime zin vier onderdelen genoemd waaruit het concept biodiversiteit als 'index', dus een meetbare grootheid die een indicator is voor de toestand van een ecosysteem of de gevolgen van een bepaalde milieuverandering voor de verscheidenheid in de levende natuur in een gebied.

Biodiversiteit is een recent en nog slecht gedefinieerd begrip. Doorgaans wordt het op tweeërlei wijze opgevat en gemeten. De eerste betreft het loutere aantal soorten in een gebied, ongeacht hun identiteit of biologische eigenschappen. De tweede wijze betreft juist de biologische variatie in eigenschappen zelf, maar deze variatie wordt doorgaans niet gekwantificeerd. In dit artikel (…) wordt een suggestie gedaan om de afname van de biodiversiteit te meten door soorten te tellen, niet ongeacht hun eigenschappen, maar juist naar bepaalde waarden die deze eigenschappen aannemen. Er is, bijvoorbeeld, in een bepaalde geografische regio een zeker verhouding tussen strandvogels, korte-afstands migranten en lange-afstands migranten (Hengeveld, 1995, p.15).
Tot nu toe heb ik alleen de diversiteit genoemd, gedefinieerd door verschillen binnen en tussen soorten zelf, maar biodiversiteit wordt ook wel gedefinieerd in termen van variatie in soortsamenstelling binnen en tussen gemeenschappen, ecosystemen, of landschappen. Hier wordt dan gekeken (1) naar het aantal aanwezige soorten, (2) naar de gelijkmatigheid van de verdeling van individuen over soorten, of (3) naar de verdeling van soorten in de ruimte (Hengeveld, 1995, p.17).
Biodiversiteit betreft alle verscheidenheid van adaptaties van biologische systemen aan milieuvariatie op alle schalen in tijd en ruimte (Hengeveld, 1995, p.20 cursief toegevoegd).

Hengeveld noemt (1) verscheidenheid van adaptaties van (2) biologische systemen aan milieuvariatie, en laat in zijn artikel verschillende methoden zien om deze te meten, op alle schalen in (3) tijd en (4) ruimte. Een belangrijke conclusie van de conceptuele analyse is dat in alle bestudeerde artikelen waarin het concept biodiversiteit als 'index' wordt gehanteerd het concept geoperationaliseerd blijkt te kunnen worden door de genoemde vier componenten (1), (2), (3) en (4) voor specifieke doeleinden in te vullen.

3a. Biologische eenheid

De meeste genoemde eenheden van biodiversiteit zijn genen, soorten en levensgemeenschappen, maar in principe kan elke variatie worden gemeten.

3b. Verscheidenheid

Soms wordt uitsluitend de verscheidenheid *van* de eenheden, soms daarnaast ook *binnen* de eenheden bedoeld. Bijvoorbeeld met het concept soortenrijkdom kan het aantal soorten bedoeld worden, of het aantal soorten en aantal individuen per soort. Soms kan het aantal eenheden worden geteld, soms moet het worden geschat. Geschat wordt vaak op basis van samples en er zijn veel methoden voor sampling. Soms worden verspreidingspatronen van populaties meegerekend, enzovoort. Het concept biodiversiteit kan een zeer genuanceerde statistische definitie krijgen.

Hiervoor zijn diverse indices gangbaar. Een voorbeeld is de Simpson index (D).

3c. Ruimtelijke dimensie

Medebepalend voor de precieze betekenis van het concept biodiversiteit als 'index' in een bepaalde uitspraak is het gebied waarover de uitspraak gaat.

3d. Temporele dimensie

De biodiversiteit van een gebied, in welke vorm dan ook, kan veranderen in een bepaalde periode. Vaak gaat het onderzoekers en andere professionals juist om de veranderingen van een bepaalde biodiversiteitsindex. De periode waarover wordt gemeten, de tijdschaal, is mede bepalend voor de precieze betekenis van het concept biodiversiteit als 'index'.

Met deze drie categorieën eenmaal in gedachten is de gekozen invalshoek in een tekst of uitspraak niet moeilijk te herkennen. Andere wijzen van hanteren van het concept biodiversiteit zijn in het literatuuronderzoek niet gevonden. In de conceptuele analyse trad verzadiging op; zie verder § 2.3. Op het moment dat het gebruik van het concept biodiversiteit wordt herkend als 'natuur' of 'natuurlijke hulpbron' is een preciserende definitie vaak niet meer nodig en soms ook niet mogelijk. Dat wil niet zeggen dat een gesprek of tekst duidelijker wordt door het concept biodiversiteit in de betekenis van 'natuur' of 'natuurlijke hulpbron' te hanteren; in tegendeel zelfs. Het concept biodiversiteit is in zulke gesprekken of teksten soms een bron van verwarring. Het kan duidelijker zijn om het concept natuur te gebruiken, of te specificeren naar welke natuurlijke hulpbronnen wordt verwezen met het concept biodiversiteit, zoals hout voor energie of constructie, planten voor medicijnen, of vis voor voedsel.

De betekenis van het concept biodiversiteit als 'index' in een tekst kan echter eveneens onduidelijk zijn, maar op een andere manier. Hengeveld (1995) zegt hierover:

> Bovendien spelen andere factoren mee in de bepaling van de diversiteitswaarde dan de verdeling van individuen over soorten alleen, zoals hun ruimtelijke klontering (mate van 'clumping'). De mate waarin soorten op hun geheel eigen wijze op milieufactoren responderen, komt dus onvoldoende tot uitdrukking in een enkel, dubbelzinnig getal (Hengeveld, 1995, p.24).

Wanneer biodiversiteit in een getal wordt uitgedrukt, is precisering van dat getal, dus van de definitie van het concept biodiversiteit van groot belang voor de helderheid van uitspraken waarin dat getal een rol speelt. Het cliché dat de presentatie van informatie met statistiek een eigen leven kan gaan leiden, geldt ook voor biodiversiteit. Bij het onderzoeken van uitspraken over biodiversiteit konden steeds preciserende definities voor het concept biodiversiteit als 'index' worden gegeven met behulp van de volgende heuristiek, de werkdefinitie van het concept biodiversiteit:

Werkdefinitie van het concept biodiversiteit als 'index'

Biodiversiteit $=_{df}$ verscheidenheid (V) in biologische eenheden (B), in ruimte (R) en tijd (T).

Een definitie is duidelijk wanneer iemand voor wie de definitie is bedoeld met behulp van de definiens kan bepalen of hij het concept in een bepaalde context betekenisvol kan toepassen of niet. Stel, een nog onervaren onderzoeker werkt sinds kort bij een groep marinebiologen die onderzoek doen naar sterfte in koraalriffen. Hij komt op een conferentie over 'Biodiversiteit

en Klimaatverandering' waar honderden mensen van universiteiten, overheidsorganisaties en niet-overheidsorganisaties (NGO's) met elkaar in discussie zijn. Door steeds de volgende vragen te stellen, kan de onderzoeker begrijpen wat verschillende gesprekspartners met het concept biodiversiteit bedoelen en kan hij het concept wendbaar gebruiken.

1. Kan het concept biodiversiteit in deze context worden vervangen door 'natuur' of 'levende natuur' of door 'al wat leeft' zonder dat dit de betekenis van zinnen en uitspraken verandert?
2. Kan het object waar het concept biodiversiteit naar verwijst in deze context worden beschouwd als een natuurlijke hulpbron, dus een voorraad of schatkamer die mensen en andere organismen kunnen benutten of nodig hebben voor hun levensonderhoud?
3. Kan het concept biodiversiteit in deze context worden uitgedrukt in een getal? Zo ja, dan kan de betekenis van het concept worden geoperationaliseerd met de werkdefinitie. De volgende vragen geven daarbij richting:
    a. Naar welke biologische eenheid of eenheden verwijst biodiversiteit in deze context?
    b. Van welke aard is de bedoelde variatie, of hoe wordt die berekend?
    c. Op welk gebied heeft de variabiliteit betrekking?
    d. Welk tijdstip of tijdstippen, of welke periode, welk tijdsinterval is in deze context van belang?

In § 3.3 worden de werkwijze voor het definiëren van het concept biodiversiteit en de onderdelen van de werkdefinitie voor het preciserend definiëren van biodiversiteit in de betekenis van 'index' nader toegelicht en geïllustreerd met citaten uit interviews, wetenschappelijke literatuur en beleidsdocumenten.

3.3 Toepassingen van de werkdefinitie

In deze paragraaf worden met behulp van de in § 3.2 ontwikkelde strategie representatieve citaten besproken uit de expertinterviews, wetenschappelijke artikelen en documenten uit beroepspraktijken waarin het concept biodiversiteit een belangrijke functie heeft. Hiermee worden drie onderdelen van de strategie aan de hand van praktijkvoorbeelden geïllustreerd.

1. De bespreking van citaten met behulp van de werkwijze illustreert de meerduidigheid en contextafhankelijkheid van het concept biodiversiteit en de contexten waarin het concept wordt gebruikt.
2. De drie betekenissen van het concept biodiversiteit: 'natuur', 'natuurlijke hulpbron' en 'index' worden aan de hand van citaten geïllustreerd.
3. De functie van de werkdefinitie van het concept biodiversiteit als index wordt geïllustreerd door een preciserende definitie te geven van het concept biodiversiteit in een aantal representatieve citaten uit zowel beroepspraktijken als wetenschappelijke praktijken.

In § 3.2 is een werkwijze gepresenteerd voor het verhelderen van de betekenis van biodiversiteit in specifieke contexten. De werkwijze bestaat uit twee niveaus. Eerst wordt vastgesteld of het concept biodiversiteit wordt opgevat als 'natuur', als 'natuurlijke hulpbron', of als 'index'. Wordt het concept biodiversiteit gehanteerd als 'index', dan kan vervolgens de betekenis van het concept worden gepreciseerd met de werkdefinitie.

Bij de literatuurstudie en de analyse van het concept biodiversiteit zijn de definitiemethode en de werkdefinitie bruikbare instrumenten gebleken. De vraag is nu of er andere authentieke handelingspraktijken zijn waarin deelnemers aan een activiteit op een bepaald moment stuiten op onduidelijkheid over de betekenis van het concept biodiversiteit en besluiten de activiteit bij wijze van spreken te onderbreken, of anders gezegd, aan te vullen met een extra handeling om een preciserende definitie te formuleren van het concept biodiversiteit. Welke kenmerken hebben zulke activiteiten? In welke handelingspraktijken komen zulke activiteiten voor? Welke kenmerken heeft de handeling van het preciserend definiëren binnen die activiteiten?

In een gesprek of bij het lezen van een tekst kan de wens om de betekenis van concepten te verklaren ontstaan, wanneer die betekenis onduidelijk is en duidelijkheid noodzakelijk is voor het bereiken van het doel van het gesprek of het lezen van de tekst. Zulke verklaringen van betekenissen van woorden kunnen worden weergegeven in lexicale preciserende definities (§ 3.2). De definitiemethode is een hulpmiddel bij het verhelderen van de betekenis van het concept biodiversiteit.

Wanneer deelnemers aan een gesprek de noodzaak ondervinden om tijdens het gesprek de betekenis van het concept biodiversiteit te verduidelijken, gaat het gesprek niet meer over het oorspronkelijke onderwerp van het gesprek, maar over het *concept* biodiversiteit. Gesprekspartners kunnen de volgende vragen stellen over het concept biodiversiteit:

1. Is de ervaren onduidelijkheid in het gesprek toe te schrijven aan onduidelijkheid van het concept biodiversiteit? Zo ja,
2. Hoe kan de betekenis van het concept worden verhelderd?
3. Verhelpt deze verheldering de onduidelijkheid in het gesprek?

Vraag 1 geeft de aanzet tot een handeling buiten de oorspronkelijke activiteit. Deelnemers doen min of meer expliciet het voorstel om de betekenis van het concept biodiversiteit te verduidelijken, voordat het gesprek wordt voortgezet. Vraag 2 is een oriënterende vraag die binnen de nieuwe handeling aan de orde komt. Hierbij kan de definitiemethode voor het concept biodiversiteit worden toegepast. Vraag 3 is een evaluerende vraag. Reflectie is nodig om te bepalen of de extra betekenisverlenende handeling zinvol is geweest voor de oorspronkelijke activiteit.

Waarschijnlijk verlopen deze stappen in de praktijk niet zo expliciet als hierboven beschreven. Mogelijk zijn de gesprekspartners er zich nauwelijks van bewust dat de handelingen verspringen van de oorspronkelijke activiteit naar de betekenisverlenende handeling en terug naar de activiteit. Bij sommige activiteiten is het formuleren van een preciserende definitie van het concept biodiversiteit wel gebruikelijk, bijvoorbeeld bij onderhandelingen, of in een juridische of wetenschappelijke discussie.

De betekenis van het concept biodiversiteit als 'natuur' wordt besproken in § 3.3.1, als 'natuurlijke hulpbron' in § 3.3.2 en als 'index' in § 3.3.3. Aan de hand van deze citaten wordt de definitiemethode verder toegelicht. Bij elk citaat is kort aangegeven uit welke context het citaat afkomstig is, en hoe de verklaring die het citaat geeft van de betekenis van biodiversiteit in die context past. Het doel is voorbeelden te laten zien bij elk onderdeel van de definitiemethode en op die manier inzichtelijk te maken hoe de definitiemethode te gebruiken is bij het vinden van de relevante kenmerken van het concept biodiversiteit in de betreffende context.

3.3.1 Het concept biodiversiteit als 'natuur'

De ecoloog Huston noemt in één omschrijving van biodiversiteit de variatie op alle organisatieniveaus, het plezier van interacties met gewone, vreemde en mooie levensvormen, en van het lijden aan de effecten van plagen, parasieten en ziekteverwekkers, geeft voorbeelden van waarneembare verspreidingspatronen op verschillende schaalniveaus, en geeft aan dat biodiversiteit een gevolg is van evolutie.

Biological diversity encompasses all levels of natural variation from the molecular and genetic levels to the species level, where we have most of our interactions with biological diversity through enjoyment of the common, strange, and beautiful forms of life or through suffering caused by the effects of pests, parasites, and diseases. Beyond the species level, biological diversity includes patters in nature up to the landscape level. These components of biological diversity are not independent. The many flowers that form spots of color in a meadow, the songbirds that give forests a different music than fields, the various forest types that create zones of color on a mountain that we see from twenty miles away, or the variations in greenness that can be detected from satellites in space, are all ultimately the consequence of genetic diversity interacting with environmental conditions to produce differences between organisms (Huston, 1994, p.1).

Het is misschien mogelijk in dit citaat verschillenden definitievormen te ontdekken en te benoemen, of betekenissen van biologische eenheden, vormen van verscheidenheid, ruimtelijke dimensie en temporele dimensie aan te wijzen. De definitiemethode biedt echter een andere mogelijkheid. Omschrijvingen als deze hebben een inleidend karakter. Samenvattend staat in dit citaat: biodiversiteit is even veelomvattend, even complex en even belangrijk als de gehele levende natuur. Een lakmoestest voor deze interpretaties is het vervangen van het concept biodiversiteit door het concept natuur. In dit citaat is dat inderdaad mogelijk. Huston heeft het over de levende natuur die mensen waarderen omdat zij graag van het landschap genieten en de natuur gebruiken om in te recreëren en tot rust te komen. Huston benut hier de symbolische waarde van het concept biodiversiteit door in de inleiding van zijn boek *Biological Diversity. The coexistence of species on changing landscapes* aan te sluiten bij de belevingswereld en te laten zien hoe waardevol biodiversiteit voor de lezer zelf is, om zo de lezer te interesseren en te motiveren om door te lezen.

In een van de expertinterviews verwoordde informant 5 (zie § 2.3) de betekenis van biodiversiteit als volgt.

Informant (5): "Het concept biodiversiteit is nuttig om zijn metaforische waarde, om een gevoel samen te vatten – net als het woord 'groen' in de reclame. Een metafoor voor al je goede intenties met de natuur. En daar is toch ook niets tegen? Alleen moet je niet ineens doen alsof het iets wetenschappelijks is. Hoewel biodiversiteit ook staat voor iets waar een heleboel wetenschappelijks onder valt".

3.3.2 Het concept biodiversiteit als 'natuurlijke hulpbron'

Symbolisch is ook het gebruik van het concept biodiversiteit in de betekenis van natuurlijke hulpbron. Miller en Rossman geven hiervan een voorbeeld in een omschrijving van biodiversiteit als natuurlijke hulpbron voor de landbouw:

Biological diversity itself is the grist for the agricultural mill – the germplasm (Miller & Rossman, 1997, p.217).

In bovenstaand citaat van Miller en Rossman wordt het belang van biodiversiteit in metaforische termen toegelicht. Het concept biodiversiteit is hier expliciet symbolisch gebruikt. Biodiversiteit is 'the grist for the agricultural mill', letterlijk het maalkoren, of het ruwe genetisch materiaal waar de spreekwoordelijke molen van de agrarische sector van afhankelijk is. Het concept biodiversiteit wordt in dit citaat gehanteerd in de betekenis van *germplasm*, of *genetic resource*, wat genetische bron betekent[5].

Het concept biodiversiteit opgevat als 'natuurlijke hulpbron' lijkt goed te passen bij agrarische activiteiten. *Bioversity International* is een internationale onderzoeksorganisatie die zich volgens haar website[6] uitsluitend wijdt aan behoud en benutting van agrarische biodiversiteit: "(…) dedicated solely to the conservation and use of agricultural biodiversity." Het is een onafhankelijke non-profit organisatie. Op de website van deze organisatie staat de volgende omschrijving van agrarische biodiversiteit.

- What is agricultural biodiversity? Agricultural biodiversity includes all components of biological diversity of relevance to food and agriculture. Agricultural biodiversity includes:
- crop plants, wild plants harvested and managed for food, trees on farms and pasture and rangeland species;
- domesticated animals, wild animals hunted for food and other uses and wild and farmed fish;
- useful animals, insects and macro-organisms that act as pollinators or rejuvenate the soil, as well as agricultural pests; and
- soil micro-organisms, such as rhizobia, fungi and disease-causing pathogens.

Agricultural biodiversity is not just a result of natural selection, it is the result of thousands of years of human activity. It has been created through the careful selection of useful traits by farmers, plant breeders and researchers (Biodiversity International, biodiversityinternational.org, 03 mei 2008).

Biodiversiteit staat in 'agricultural biodiversity' niet voor 'vormvariatie in de levende natuur', maar voor 'de verscheidenheid' als zelfstandig naamwoord, 'de verzameling' van alle verschillende agrarisch benutbare organismen. Deze omschrijving benadrukt het belang van het behoud van die rijke voorraad. Het verdwijnen van cultuurrassen betekent volgens de auteurs het weggooien van 'duizenden jaren' inspanning van boeren, fokkers en onderzoekers. Behoud van agrarische diversiteit, opgevat als bestaansbron, kan plaatsvinden in de vorm van voldoende exemplaren, maar ook in de vorm van genenbanken. De ex situ voorraad genetisch materiaal voor een bepaald

5 'Germplasm is a term used to describe a collection of genetic resources for an organism' (en.wikipedia.org, 03 mei 2008). Zie ook: Smale & Day-Rubenstein (2002).
6 http://www.bioversityinternational.org/About_Us/index.asp (03 mei 2008)

organisme of variëteit wordt in het Engels 'germplasm' genoemd. Het citaat hieronder beschrijft een voorbeeld van een genenbank of 'germplasm collection'.

Like other gene banks, the US NPGS[7] supplies various types of germplasm to requestors. Materials are categorized as: (i) elite or modern, (ii) landraces, (iii) wild and weedy relatives, and (iv) genetic stocks.(3) The first category includes all materials improved by professional plant breeders. This material can be broken into two categories, the first being 'cultivars,' which includes recently developed cultivars, and 'obsolete' cultivars that are no longer grown. The second kind of elite modern germplasm is advanced breeding material, which includes the advanced lines that breeders combine to produce new cultivars (sometimes referred to as 'breeding materials'). Landraces, or traditional varieties, are varieties of crops that were improved by farmers over many generations without the use of modern breeding techniques. Wild or weedy relatives are plants that share a common ancestry with a crop species but have not been domesticated. Germplasm collections may also include 'genetic stocks.' Genetic stocks are mutants or other germplasm with chromosomal abnormalities that may be used by plant breeders for specific purposes (Smale & Day-Rubenstein, 2002, p.1643-1644).

In de handelingspraktijk van een genenbank als de US NPGS in het citaat hierboven, die zich bezighoudt met gewasveredeling en het behouden van de genetische diversiteit van landbouwgewassen, verwijst het concept 'genetische diversiteit' naar de concrete verzameling genetisch materiaal bij kwekers, in veredelde en wilde rassen en in genenbanken. Een voorbeeld hiervan staat in de inleiding van een handboek voor genenbanken van Engels en Visser.

The conservation and utilization of plant genetic resources (PGR) is in continuous evolution. Early in the twentieth century the emergence of science-based plant breeding resulted in large collections of germplasm being made. This genetic diversity was readily at hand to be used in plant breeding programmes (Engels & Visser, 2003, p.1).

Dit citaat laat zien dat 'genetische diversiteit' in het taalgebruik kan samenvallen met de betekenis van 'natuurlijke hulpbron', namelijk datgene wat wordt gebruikt en economische waarde heeft, zoals 'large collections of germplasm'.

In het onderstaande citaat valt de betekenis van het concept biodiversiteit samen met 'kapitaal'. De auteur Alders is voorzitter is van de *Taskforce biodiversiteit & natuurlijke hulpbronnen*. In de naam van de taskforce vallen de betekenissen dus niet samen, maar in de inleiding is dat wel het geval.

Biodiversiteit is de verscheidenheid van genen, soorten en ecosystemen op aarde. Het vormt ons ecologisch kapitaal, de basis van ons leven, onze economie en ons welzijn. Zonder biodiversiteit geen voedsel, geen stabiel klimaat en geen grondstoffen voor onze economie (Alders, 2011, p.1).

7 National Plant Germplasm System – 'NPGS is a cooperative effort by public (State and Federal) and private organizations to preserve the genetic diversity of plants. The world's food supply is based on intensive agriculture, which relies on genetic uniformity. But this uniformity increases crop vulnerability to pests and stresses.' – United States Department of Agriculture, Agriculture Research Service: http://www.ars-grin.gov/npgs (03-05-2008).

In uitspaken die het belang van het behoud van biodiversiteit benadrukken, wordt het concept biodiversiteit vaak als 'natuurlijke hulpbron' gehanteerd.

3.3.3 Het concept biodiversiteit als 'index'

Uit de literatuurstudie bleek dat het concept in veel gevallen de betekenis heeft van 'index'. Definities van het concept biodiversiteit als 'index' kunnen zeer algemeen zijn en de vormenrijkdom in de levende natuur op aarde omvatten, of zeer specifiek. In deze paragraaf worden de afzonderlijke componenten van de werkdefinitie besproken.

Biologische eenheden

Uitspraken in de biologie gaan over eenheden in de levende natuur op verschillende organisatieniveaus. Aan de hand van enkele voorbeelden wordt geïllustreerd wat met 'biologische eenheid' wordt bedoeld. Vervolgens wordt toegelicht wat de betekenis is van 'biologische eenheid' in de werkdefinitie van het concept biodiversiteit.

Een voorbeeld van een biologische eenheid is 'populatie' in de voedselrelatie 'veldmuizen worden gegeten door buizerds'. Het doet er niet toe welke individuele veldmuis wordt gegeten door welke individuele buizerd. Een voedselweb bevat geen informatie over aantallen buizerds of veldmuizen. Voedselrelaties komen voor in levensgemeenschappen en levensgemeenschappen bestaan uit populaties. De biologische eenheden waartussen de voedselrelatie bestaat zijn dus populaties binnen een levensgemeenschap.

Een tweede voorbeeld. Het concept 'levend' betekent in de biologie 'bezit levenskenmerken': groei en ontwikkeling, waarneming van en reactie op de omgeving, stofwisseling en reproductie. Een 'organisme' is een levend individu. Uitspraken over een sprinkhanenplaag, of over een bijna uitgestorven tijgersoort, gaan over aantallen organismen. De woestijnsprinkhaan (*Schistocerca gregaria*) is een zwermende soort. De zwermen beslaan honderden vierkante kilometers en tientallen miljoenen sprinkhanen per vierkante kilometer. In Afrikaanse landen als Mali en Niger veroorzaakt deze soort plagen. De sprinkhanen vreten grote gebieden grasland kaal. Elk individu eet per dag ongeveer zijn eigen lichaamsgewicht, ongeveer 2 gram plantaardig voedsel. Van de Sumatraanse tijger (*Panthera tigris ssp. Sumatrae*), een ondersoort van de tijger, is volgens de rode lijst van bedreigde diersoorten van IUCN *critically endangered*, ernstig bedreigd. Er zijn nog slechte enkele honderden individuen over, doordat het leefgebied van dit dier is opgeofferd aan oliepalm- en acaciaplantages, en door illegale handel (Linkie, M., Wibisono, H.T., Martyr, D.J. & Sunarto,S., 2008)[8]. De populatiegrootte van zowel de sprinkhaan als de tijger wordt uitgedrukt in aantallen organismen. In deze uitspraken is 'organisme' de biologische eenheid.

Een derde voorbeeld laat zien dat ook genen als biologische eenheden worden gehanteerd. Levert een mutatie reproductievoordeel op, dan neemt in de loop van generaties binnen de populatie de frequentie van het gemuteerde gen toe. Van een populatie met een grote genetische diversiteit is een andere respons te verwachten op milieuveranderingen dan van een genetisch armere populatie van dezelfde soort. In uitspraken over genfrequenties in een *gene pool* is de biologische eenheid het gen. Genfrequentie is echter ook uit te drukken in het aantal dragers van

8 download 21-08-2012

het gen. Wordt de genfrequentie uitgedrukt in bijvoorbeeld het aantal dragers van het gen per duizend individuen van de populatie, dan lijkt de eenheid niet 'gen', maar 'organisme' (individu van een bepaalde populatie) te zijn. De concepten 'organisme', 'populatie' en 'soort' zijn relevante concepten voor de betekenis van het concept biodiversiteit, ook als het concept biodiversiteit wordt gehanteerd in de betekenis van genetische diversiteit en 'gen' de eenheid is waarin de diversiteit wordt gemeten.

De vraag is welke biologische eenheden in het concept biodiversiteit worden gehanteerd Genfrequenties worden gebruikt om de variatie binnen een soort in een populatie aan te duiden. De genetische variatie is de oorsprong van de biodiversiteit. Variatie in erfelijke eigenschappen, dat wil zeggen de genfrequenties binnen een populatie, gecombineerd met selectiedruk van de veranderende omgeving en isolatie van nieuwe populaties zijn de ingrediënten van evolutie, en daarmee van radiatie, dat wil zeggen het 'uiteenwaaieren' van populaties tot variëteiten en nieuwe soorten. Gittenberger definieert biodiversiteit in het volgende citaat heel algemeen.

Wie het over biodiversiteit heeft, bedoelt daarmee de vormenrijkdom die zich in de levende natuur in de loop der evolutie heeft ontwikkeld (Gittenberger, 1995, p.5).

Deze definitie geeft informatie over hoe biodiversiteit is ontstaan, maar niet over hoe biodiversiteit kan worden gemeten. De biologische eenheden van 'vormenrijkdom' zijn niet gespecificeerd. In formele vorm, met weglating van de informatie over de oorsprong van biodiversiteit, ziet de definitie er als volgt uit.

Voorbeeld (a) bij biologische eenheden
Biodiversiteit $B_{1a} =_{def}$ de vormenrijkdom in de levende natuur.

Door het toevoegen van een biologische eenheid wordt een specifiekere definitie verkregen, die in minder gevallen toepasbaar is, maar waarvan beter kan worden bepaald in welke gevallen het concept biodiversiteit kan worden gebruikt. In het voorbeeld hieronder van een operationele definitie van het concept biodiversiteit als 'index' is de biologische eenheid 'soort' toegevoegd. De ruimtelijke dimensie en de temporele dimensie zijn nog niet aangegeven.

Voorbeeld (b) bij biologische eenheden
Biodiversiteit $B_{1b} =_{def}$ de soortenrijkdom in de levende natuur.

De biodiversiteit van een bepaald gebied kan met index B_{1b} worden bepaald door het aantal soorten per vierkante meter te tellen. De index B_{1b} kan dan worden uitgedrukt in een getal, index B_{1a} niet. Dit is een operationele definitie die bijvoorbeeld geschikt is om de diversiteit van een weide te meten of de gemiddelde biodiversiteit van de weide te schatten als deze te groot is om de soorten in alle vierkante meters te tellen. Waarschijnlijk is de index minder geschikt voor het bepalen van de biodiversiteit in een groter gebied met meer variatie in de vegetatie. Dat een definitie operationeel is, betekent niet dat de definitie 'werkt' voor alle doeleinden, maar dat de definitie aangeeft voor welke doeleinden het gedefinieerde concept gehanteerd kan worden, en voor welke niet. Dat de index B_{1b} operationeel gedefinieerd is, betekent ook niet dat de index informatief is. B_{1b} wordt uitgedrukt in een getal dat niets zegt over de aantallen individuen per

soort of het verspreidingspatroon. De definitie van B_{1b} in het voorbeeld kan worden uitgebreid en verder worden genuanceerd. Belangrijk is om op te merken dat de definitie bepaald wordt door de functie die de ecologische indicator heeft voor de personen die de indicator hanteren binnen een bepaalde activiteit, zoals het meten van de biodiversiteit van een weiland.

Soorten zijn de meest gebruikte eenheden van biodiversiteit. Soortenrijkdom is het aantal soorten in een bepaald gebied. Het kan verhelderend zijn om na te gaan of alle soorten worden bedoeld of alleen een bepaalde groep soorten. In sommige gevallen gaat het niet om 'de' biodiversiteit van een gebied, maar om 'rode lijstsoorten', 'indicatorsoorten' of 'doelsoorten'. In de praktijk kunnen de biologische eenheden van biodiversiteit ook families in plaats van soorten zijn. Omdat het soms moeilijk is om in fossiel materiaal afzonderlijke soorten te herkennen, zijn er bijvoorbeeld van het Perm, 250 miljoen jaar geleden, alleen voor hele families organismen extinctiesnelheden berekend (Dobson, 1997, p.68). Het concept biodiversiteit kan voor dergelijk onderzoek worden gedefinieerd als 'familierijkdom'.

In natuurbeleidsdocumenten van de jaren 80 staat soortenrijkdom centraal en worden dus vooral soorten als biologische eenheid gezien van de verscheidenheid in levende natuur. In documenten van de jaren 90 wordt daarnaast ook het belang van ecosysteemdiversiteit benadrukt. Voor planten en dieren is 'soort' een relatief heldere eenheid, hoewel het onderscheid tussen individuen en soorten soms niet eenduidig is bij organismen die kolonies vormen of zich aseksueel voortplanten, zoals riet. Bij bacteriën is een biologisch soortbegrip, gedefinieerd als twee individuen die in potentie samen vruchtbare nakomelingen kunnen krijgen, niet bruikbaar en zal biodiversiteit dan ook anders gedefinieerd moeten worden. Het gebruik van 'ecosysteem' als biologische eenheid kent andere bezwaren dan het gebruik van 'soort' als eenheid. Het concept ecosysteem is een systeembegrip: een bosmeer is bijvoorbeeld een ecosysteem, met de daarin levende populaties als levensgemeenschap en het abiotische milieu als omgeving. Het systeem is open, dat wil zeggen, er is uitwisseling van stoffen en organismen met de omgeving van het systeem. Echter, het bos waarin het bosmeer zich bevindt is eveneens te kenschetsen als een ecosysteem. De eenduidigheid van het concept biodiversiteit opgevat als ecosysteemdiversiteit is afhankelijk van de definitie van de eenheid 'ecosysteem'.

In het *Natuurbeleidsplan* (Ministerie van Landbouw Natuurbeheer en Visserij, 1990) is de eenheid 'ecosysteem' op een duidelijke manier afgebakend. In dit rapport worden op Nederlands grondgebied negen typen ecosystemen onderscheiden, zoals hoogveen, laagveen en duinen. Daardoor is het duidelijk waar het uitgestippelde beleid in het rapport over gaat. Zou het hoogveen op een bepaald moment geheel verdwijnen, hetzij door verdroging, verlanding, of bebouwing, dan vermindert door die gebeurtenis de ecosysteemdiversiteit in Nederland.

Uitspraken over ecosysteemdiversiteit zijn ook te vinden in betogen voor het behoud van de natuurlijke habitats, de leefomgeving van soorten. Biodiversiteit betekent in die gevallen habitatdiversiteit. Het tegengaan van habitatvernietiging en het herstellen van habitats zijn natuurbeschermende maatregelen. Het concept habitat is per definitie verbonden aan een bepaalde soort, in tegenstelling tot het concept ecosysteem. Meestal gaat het om het behoud van habitats van doelsoorten of indicatorsoorten. Hiermee worden echter ook populaties van soorten in stand gehouden die niet door natuurbeheerders in de gaten worden gehouden.

Voor een breed publiek zijn genen, soorten en ecosystemen waarschijnlijk de meest bekende biologische eenheden van biodiversiteit. De eenheid 'genen', in genetische diversiteit, 'soorten', in soortenrijkdom, en 'ecosystemen' in ecosysteemdiversiteit. Er zijn echter ook eenheden van biodiversiteit die vrijwel uitsluitend in wetenschappelijke literatuur voorkomen. Een voorbeeld daarvan is de eenheid 'gilde'. Het concept gilde is in een van de expertinterviews toegelicht door de plantenecoloog (zie § 2.3). Gilden zijn groepen van populaties die op grond van hun functie in een ecosysteem als een eenheid worden beschouwd. In sommige onderzoeksprojecten is de gildendiversiteit van belang.

De bovengenoemde voorbeelden illustreren de conclusie van de literatuurstudie. Het concept biodiversiteit opgevat als 'index' verwijst naar de aantallen en verspreidingspatronen van biologische eenheden op verschillende organisatieniveaus.

In het Verdrag inzake Biologische Diversiteit wordt biologische diversiteit aangeduid met een lexicale definitie die volgens de denotatieve, paradigmatische methode is geformuleerd. Dat wil zeggen dat in deze definitie de nadruk ligt op de dingen waar het concept biodiversiteit naar verwijst, de denotaties van het concept. Paradigmatisch wil zeggen dat niet alle denotaties zijn genoemd, maar enkele kenmerkende voorbeelden. In het onderstaande citaat uit het *Verdrag inzake biologische diversiteit* is het concept biodiversiteit volgens de pragmatische methode gedefinieerd.

'Biologische diversiteit': de variabiliteit onder levende organismen van allerlei herkomst, met inbegrip van, onder andere, terrestrische, mariene en andere aquatische ecosystemen en de ecologische complexen waarvan zij deel uitmaken; dit omvat mede de diversiteit binnen soorten, tussen soorten en van ecosystemen (Ministerie van VROM, 1995, p.168).

Dit is een letterlijke vertaling van de definitie van de *United Nations Conference on Environment and Development* (UNCED), die van 3 tot 14 juni 1992 in Rio de Janeiro werd gehouden, ook wel *The Earth Summit* genoemd. Deze definitie bevat formuleringen als 'allerlei', 'met inbegrip van', 'onder andere', 'en andere', 'omvat mede', waardoor het niet onmiddellijk duidelijk is wanneer de definitie van toepassing is. Met andere woorden, deze definitie is niet operationeel. Deze definitie is echter in zijn algemeenheid en vaagheid wel functioneel. Doel van het Verdrag is dat regeringen zich verplichten tot het behoud van biodiversiteit. Wat wordt verstaan onder biodiversiteit is daarom zo inclusief mogelijk omschreven. Een ondertekenende partij tekent voor *alle* biodiversiteit. Tegelijkertijd zou het noemen van specifieke gebieden sommige landen mogelijk meer verplichtingen geven dan anderen, waardoor het voor regeringen van die landen onmogelijk zou worden om het *Verdrag* te tekenen.

In Nederland wordt de uitvoering van het Verdrag inzake biologische diversiteit ondersteund door raadgevende organisaties als de Raad voor Ruimtelijk, Milieu- en Natuur Onderzoek (RMNO) en De Nationale Raad voor Landbouwkundig Onderzoek (NRLO). Uit onderstaand citaat blijkt dat deze wetenschappelijke organisaties de UNCED-definitie van biodiversiteit accepteren, hoewel zij erkennen dat de definitie ter discussie staat.

De vraag wat biologische diversiteit is, is in het internationale Biodiversiteitsverdrag[9] als volgt beantwoord:

"Biological diversity means the variability among living organisms from all sources including, inter alia, terrestrial, marine and other aquatic ecosystems and the ecological complexes of which they are part; this includes diversity within species, between species and of ecosystems."

Hoewel discussie over deze definitie terecht plaatsvindt en plaatsgevonden heeft, en men zich bewust moet zijn van het complexe karakter van het concept (zie bijvoorbeeld de Global Biodiversity Assessment (GBA), is het volgens beide raden niet opportuun om een nieuwe definitie te creëren (RMNO/NRLO, 1997, p.7).

Genetische diversiteit (verscheidenheid binnen soorten), soortendiversiteit (verscheidenheid tussen soorten) en ecosysteemdiversiteit worden door veel auteurs gebruikt om aan te geven dat bij biodiversiteit niet alleen aan soortenrijkdom moet worden gedacht. Alhoewel biodiversiteit op meerdere biologische organisatieniveaus definieerbaar en meetbaar is, blijkt dat beleidsmakers meestal soorten als biologische eenheid hanteren.

Het meest aansprekende en verreweg het best in het beleid te hanteren niveau van biodiversiteit is de verscheidenheid aan soorten (RMNO/NRLO, 1997, p.9).

Het onderdeel 'biologische eenheid (B)' is nu toegelicht en een aantal gangbare en minder gangbare denotaties voor dit onderdeel van de werkdefinitie is benoemd. De biologische eenheden 'gen', 'ecosysteem' en vooral 'soort', komen veel voor en zijn waarschijnlijk bij het brede publiek het best bekend. Andere eenheden, zoals 'habitat' of 'gilde', worden gebruikt in enkele kleinere wetenschappelijke praktijken.

Verscheidenheid

Het concept verscheidenheid in de werkdefinitie is synoniem met de concepten diversiteit en variabiliteit in andere definities en kan in verschillende betekenissen worden opgevat. In deze subparagraaf worden een aantal voorbeelden daarvan besproken. De betekenis van het concept verscheidenheid in de werkdefinitie staat in deze voorbeelden centraal. De voorbeelden blijven daarom beperkt tot de biologische eenheden 'soort' en 'organisme'. Andere biologische eenheden zijn hierboven besproken.

De eerste opvatting van verscheidenheid is het aantal soorten, de *soortenrijkdom*. In een gebied waarvan men de biodiversiteit wil vaststellen, telt men het aantal soorten in plots van 1m^2, of een veelvoud daarvan (*n*m^2). Meestal wordt niet in alle plots geteld, maar wordt een steekproef genomen. Het gemiddelde aantal soorten per m^2 is het totale aantal soorten gedeeld door het aantal getelde plots. Stel, in gebied A komen gemiddeld 18,34 soorten/m^2 voor, en in gebied B gemiddeld 17,89 soorten/m^2, dan is gebied A soortenrijker dan gebied B.

9 Bedoeld wordt: Convention on Biological Diversity. De volledige Nederlandse titel luidt: Verdrag inzake biologische diversiteit.

De tweede opvatting van verscheidenheid is het aantal soorten, dus de soortenrijkdom, en het aantal individuen per soort, de *relatieve abundantie*. In de literatuur zijn verschillende wiskundige formules te vinden voor verscheidenheid. Dit houdt in dat biodiversiteit op verschillende manieren wordt gemeten. Op welke manier verscheidenheid moet worden gemeten, is afhankelijk van de eenheden waarnaar wordt gekeken en van de ruimtelijke en temporele schaal waarop dat gebeurt.

In een overzicht van operationaliseringen van het concept ecologische diversiteit onderscheidt Magurran (1988) verschillende uitwerkingen van het concept. De soortenrijkdom van een gebied kan bijvoorbeeld worden uitgedrukt in 'soortendichtheid', dat wil zeggen het gemiddelde aantal soorten per m^2. Uiteraard is dat een lastige maat voor het inventariseren van biodiversiteit in zee. Het gemiddelde aantal soorten per m^3 lijkt dan voor de hand te liggen, maar het aantal soorten per duizend individuen is beter hanteerbaar. Dit houdt echter in dat niet alleen soorten, maar ook organismen worden geteld, bijvoorbeeld het aantal vissen per vissoort. Na voldoende tellingen is de kans op het aantal '*n*' verschillende soorten per duizend gevangen individuele vissen bekend. Hoe meer tellingen, hoe groter de betrouwbaarheid van de schatting. Het kan ook interessant zijn om te weten wat de kans is dat een individuele vis die aselect wordt getrokken uit duizend vissen een exemplaar van soort 1, of soort 2, of soort *n* is. In dat geval moeten niet alleen het aantal soorten per duizend vissen worden geteld, maar ook het aantal individuen per soort. De relatieve abundantie is dan van belang. De ene soort zal immers veel talrijker zijn dan de andere soort.

Volgens Magurran werd de relatieve abundantie als aspect van verscheidenheid in het verleden vaak over het hoofd gezien, waardoor het concept biodiversiteit te boek stond als een moeilijk te definiëren concept.

> There is (…) a simple explanation why diversity is so hard to define. That is because diversity consists of not one but two components. These are first the variety and secondly the relative abundance of species (Magurran, 1988, p.1).

In een uitgebreid en toonaangevend rapport uit 1992 over de toestand van de biodiversiteit is Jenkins dezelfde mening over verscheidenheid toegedaan.

> From an ecological viewpoint, simple richness indices have limited value. More meaningful measures of diversity take into account the relative abundance of the species concerned (Jenkins, 1992, p.42).

Een voorbeeld van een definitie van biodiversiteit waarbij zowel het aantal soorten in een gebied, als het aantal individuen per soort definiërende kenmerken zijn, is de Simpson index voor biodiversiteit. Deze index is een van de vele voorbeelden van een kwantitatieve definiëring van biodiversiteit. Er zijn veel alternatieve indices. Welke index bruikbaar is, hangt af van het doel van het ecologisch onderzoek. De Simpson index is een index voor soortenrijkdom, die door ecologen veel wordt gebruikt omdat hij behalve de '*richness*' ook de '*abundance*' van een gebied weergeeft.

De Simpson index geeft de biodiversiteit van een gebied weer met behulp van een kansberekening. Biodiversiteit wordt uitgedrukt als de kans dat twee individuen, aselect getrokken uit een oneindig grote levensgemeenschap, tot twee verschillende soorten behoren. Hoe groter die kans, hoe groter de diversiteit. De kans dat twee aselect getrokken individuen tot *dezelfde* soort behoren

is Σp_i^2 waarbij p_i staat voor de kans per *i*-de soort, met andere woorden, de kans wordt voor elke soort in de levensgemeenschap apart berekend, het kwadraat van alle kansen wordt opgeteld. De kans $p_i = n_i(n_i\text{-}1)/N(N\text{-}1)$ waarbij n_i staat voor het aantal individuele organismen van de *i*-de soort, en N voor het totaal aantal individuele organismen. De formule voor de Simpson index is: D=Σ. Hoe groter D is, hoe kleiner de diversiteit. De Simpson index drukt men vaak uit als 1/D, zodat het verband evenredig is en intuïtief makkelijker te begrijpen. Als de Simpson index (1/D) groter wordt, neemt de soortenrijkdom toe.

In het voorbeeld hieronder van een operationele definitie van het concept biodiversiteit als 'index' is naast de biologische eenheid 'soort' ook de relatieve abundantie toegevoegd, dus de eenheid 'organisme'. De ruimtelijke dimensie en de temporele dimensie zijn nog niet aangegeven.

Voorbeeld bij verscheidenheid
Biodiversiteit $B_2 =_{def}$ het aantal soorten en het aantal individuen per soort in de levende natuur, uitgedrukt als de kans dat twee aselect getrokken individuen tot verschillende soorten behoren.

In deze subparagraaf is het onderdeel verscheidenheid (V) van de werkdefinitie van biodiversiteit als 'index' besproken. Bij het formuleren van preciserende definities van het concept biodiversiteit in contexten waarin het concept als 'index' wordt gebruikt, moet worden nagegaan of verscheidenheid wordt opgevat als variatie tussen biologische eenheden, exclusief of inclusief de variatie in de omvang van die eenheden, bestaande uit aantallen eenheden van een lager organisatieniveau.

Ruimtelijke dimensie
Biodiversiteit als 'index' heeft een ruimtelijke dimensie. Het is echter niet altijd duidelijk op welke ruimtelijk schaal het concept biodiversiteit betrekking heeft. Een preciserende definitie kan dan helpen. In de praktijk worden uitspraken gedaan over biodiversiteit op verschillende schaalniveaus, uiteenlopend van vierkante millimeters, vierkante meters en vierkante kilometers, tot eilanden, klimaatzones, werelddelen, of de aarde.

Een voorbeeld van metingen van biodiversiteit op grote schaal is een onderzoek van Tuomisto (1995). Met behulp van satellietbeelden werd de habitatdiversiteit van de schijnbaar homogene laaglandbossen van het Amazonegebied onderzocht. Als eenheden gebruikten zij plots van 34.000 km^2. Ter vergelijking: Nederland heeft een oppervlakte van 41.528 km^2 waarvan 18,41% water. Eén plot van Tuomisto was dus zo groot als de totale landoppervlakte van Nederland.

Een voorbeeld van kleinschalige metingen van biodiversiteit is de Natuurmeetlat die het Centrum voor Landbouw en Milieu in 1996 ontwikkelde (Weijman, 1996). Weijman ontwikkelde een spel voor agrariërs in opleiding over biodiversiteit op het boerenerf: 'Scoren met natuur'. Dit is een voorbeeld van biodiversiteit op de vierkante meter.

Een andere manier dan het afbakenen van een terrein om de ruimtelijke dimensie van biodiversiteit te bepalen, is gebruikmaken van natuurlijke of staatkundige grenzen. Het is betekenisvol om over de biodiversiteit van een eiland te praten, of over de biodiversiteit van een provincie of een land. In de meeste boeken en in veel artikelen over biodiversiteit zijn kaarten te vinden van geografische

gebieden met daarop de ruimtelijk verspreidingspatronen van de taxa die worden behandeld. Sommige teksten over biodiversiteit gaan over de biosfeer. Het ruimtelijke schaalniveau van biodiversiteit is in dat geval de aarde.

De *Global Biodiversity Strategy* (GBS) (World Resources Institude, 1992) verscheen in hetzelfde jaar waarin in Rio de Janeiro de *Convention on Biological Diversity* werd opgesteld. In de GBS formuleren een aantal grote niet-overheidsorganisaties een plan voor de bescherming van de biodiversiteit op aarde[10]. In de inleidende tekst van de GBS worden genetische diversiteit, soortendiversiteit en ecosysteemdiversiteit onderscheiden en gedefinieerd. In de woordenlijst van het rapport (p.227-231) worden de concepten soortenrijkdom (*species diversity*) en biodiversiteit (*biodiversity*) als volgt gedefinieerd:

Species diversity refers to the variety of species within a region.

Biodiversity: The totality of genes, species, and ecosystems in a region or the world.

De woordenlijst van de GBS maakt onderscheid tussen soortenrijkdom en biodiversiteit. In de definitie van biodiversiteit worden de drie biologische eenheden genen, soorten en ecosystemen genoemd in combinatie met een ruimtelijke dimensie, aangeduid met de term '*region'* wat 'regio' of 'gebied' in zowel staatkundige of geografische zin kan betekenen, en ook 'zone' in biologische zin. Hoewel de eenheden verschillende biologische organisatieniveaus representeren, maken ze volgens deze definitie deel uit van de biodiversiteit van hetzelfde gebied. Ruimtelijke dimensie en organisatieniveau zijn volgens deze definitie onafhankelijk. Biodiversiteit op moleculair niveau (genen, genetische diversiteit) betekent niet in ruimtelijke zin kleinschalig. Zo zijn menselijke genen over de hele wereld verspreid. Evenmin hangt ecosysteemdiversiteit automatisch samen met een grote ruimtelijke schaal. Biologen definiëren ecosystemen hiërarchisch: een gracht in een stad is op te vatten als een ecosysteem, evenals de stad zelf, waarvan de gracht een subsysteem is.

Biologische organisatieniveaus zijn op een vergelijkbare manier hiërarchisch geordend. Het organisatieniveau waarop het concept genetische diversiteit betrekking heeft, is het populatieniveau. Een populatie is een groep organismen van dezelfde soort die zich onderling voortplanten, een groep soortgenoten die in hetzelfde leefgebied voorkomen en samen een *gene pool* vormen. Een populatiegeneticus houdt zich bezig met de variaties en frequenties van genen in een populatie of *gene pool*. Te weinig variatie op genetisch (moleculair) niveau kan een populatie 'vatbaar' maken voor veranderingen. Ecosystemen zijn functionele eenheden van populaties van verschillende soorten die biologisch in relatie tot elkaar staan en tot hun abiotische milieu. Een vergelijkbare 'vatbaarheid' voor verandering bestaat ook binnen ecosystemen, maar dan op een hoger organisatieniveau: een vermindering van het aantal populaties, dus een lagere soortenrijkdom, kan tot gevolg hebben dat een ecosysteem bij veranderende omstandigheden uit evenwicht raakt.

10 Betrokken bij het GBS zijn het *World Resources Institute* (WRI), de *International Union for Conservation of Nature* (IUCN), *United Nations Environment Programme* (UNEP) in samenwerking met de *Food and Agriculture Organization* (FAO) en de *United Nations Education, Scientific and Cultural Organization* (UNESCO).

Onder andere in de landbouw zijn deze verschijnselen relevant. Monoculturen van genetisch identieke planten zijn kwetsbaar. Alle planten reageren hetzelfde op ongunstige omstandigheden, zodat de gehele oogst door droogte of een plaag kan mislukken. Populaties met 'voldoende' genetische diversiteit, en ecosystemen met een zekere mate van soortenrijkdom houden in een veranderend milieu langer stand.

De concepten gen, soort en ecosysteem hangen dus hiërarchisch met elkaar samen. Volgens de definities van de GBS geldt dat ook voor de biodiversiteit van een gebied. De biodiversiteit van Nederland, bijvoorbeeld, bestaat uit een aantal ecosystemen, zoals duinen, hoogvenen en zandgronden. Er komt een aantal soorten dieren en planten voor, met verspreidingspatronen die verband houden met de ecosystemen. Van sommige soorten zijn er meerdere populaties verspreid over het land, andere soorten komen endemisch voor, bijvoorbeeld alleen in de hoogvenen. Er zijn populaties met een grote en met een kleine genetische diversiteit.

Dobson (1997) beschouwt biodiversiteit als een verzameling van 'hiërarchische elementen' in een gegeven gebied.

> Biodiversiteit kan worden opgevat als een verzameling van verschillende hiërarchische elementen: we kunnen het aantal ecosystemen, levensgemeenschappen, soorten, populaties of genen in elk duidelijk afgebakend gebied tellen (Dobson, 1997, p.10).

Dobson benadrukt evenals de auteurs van de GBS dat biodiversiteit altijd in een duidelijk afgebakend gebied wordt gemeten.

In het voorbeeld hieronder van een operationele definitie van het concept biodiversiteit als 'index' is naast de soortenrijkdom en de relatieve abundantie ook aangeven dat de ruimtelijke dimensie moet worden gespecificeerd. De ruimtelijke dimensie is nog niet gespecificeerd, maar wel aangeven; de temporele dimensie ontbreekt nog in deze definitie.

Voorbeeld bij de ruimtelijke dimensie
Biodiversiteit $B_3 =_{def}$ de verscheidenheid van biologische eenheden in een gegeven gebied.

De afgelopen decennia is er een verschuiving opgetreden van bescherming van bijzondere natuurwaarden, zoals een zeldzame soort of een historische houtwal, naar het behoud van biodiversiteit en ecosysteemdiensten. In de rapporten en verdragen die dit beleid nationaal en internationaal oplevert, is de specificatie van de ruimtelijke dimensie van het concept biodiversiteit meestal geen probleem, integendeel, die is vaak zeer expliciet. Het volgende citaat van de website Groene Ruimte[11] is hiervan een voorbeeld.

Tussen Rijk en provincies is in het onderhandelingsakkoord decentralisatie natuur afgesproken dat de EHS [*Ecologische Hoofd Structuur*] in 2021 klaar zal zijn. De EHS zal dan een totale oppervlakte van 728.500 hectare omvatten.

11 Groene Ruimte www.groeneruimte.nl/dossiers/ehs/home.html. AgriHolland B.V., 2014. (17-05-2014)

Dat is gelijk aan ongeveer 17,5% van de totale oppervlakte van Nederland. Na de verkiezingen van 2010 is echter afgesproken dat de EHS in een kleinere, herijkte vorm zal worden gerealiseerd. Na de verkiezingen van 2012 bleek dat het kabinet niet perse wil vasthouden aan het schrappen van gebieden (AgriHolland, www.groeneruimte.nl, 17 mei 2014).

Binnen de EHS is elk natuurgebied en iedere verbindingszone toegewezen aan verantwoordelijke overheden en instanties en nauwkeurig in kaart gebracht.

Versnippering is in Nederland een belangrijke oorzaak van vermindering van biodiversiteit. Het is moeilijk te schatten, en het verschilt per soort, hoe groot een vitale populatie moet zijn. Echter, in kleine gebieden zijn de populaties kleiner en daardoor sterker onderhevig aan omgevingsfluctuaties. Bovendien is de effectieve populatieomvang, het aantal reproducerende individuen, meestal kleiner dan de totale omvang van de populatie, waardoor soms ogenschijnlijk florerende populaties onverwacht in de gevarenzone kunnen komen (Buiteveld & Koelewijn, 2006). Biodiversiteit is door dergelijke factoren eenvoudiger en goedkoper te beschermen in grotere aaneengesloten natuurgebieden dan in kleine versnipperde gebieden[12].

Temporele dimensie

Biodiversiteit als 'index' wordt vrijwel altijd gemeten met het doel veranderingen in biodiversiteit waar te nemen. Het concept index betekent in dit verband immers 'ecologisch indicator'. Biodiversiteit geeft aanwijzingen over de toestand van een ecosysteem. Biodiversiteit wordt regelmatig gemeten en schommelingen worden uitgedrukt in tabellen en grafieken. Niet alleen de ruimtelijke verspreidingspatronen van biologische eenheden in de ruimte is dan belangrijk, het verschil tussen 'plot-A' en 'plot-B', maar ook de verandering van die verspreidingspatronen in de tijd, het verschil tussen 'plot-A op t_1' en 'plot-A op t_2'.

De eerder besproken definitie van Gittenberger is een lexicale definitie van biodiversiteit met behulp van de synthetische, en in het bijzonder de genetische methode. Dat wil zeggen, de definiens geeft aan dat 'biodiversiteit' (het definiendum) een bijzonder lid X is van de algemene klasse Y 'vormenrijkdom' en legt een onderscheidende relatie (synthese) met de oorsprong van X, namelijk de evolutie.

> Wie het over biodiversiteit heeft, bedoelt daarmee de vormenrijkdom die zich in de levende natuur in de loop der evolutie heeft ontwikkeld (Gittenberger, 1995, p.5).

Dit is geen definitie van het concept biodiversiteit als 'natuur' of 'natuurlijke hulpbron'. Hoewel niet gespecificeerd, omvat deze definitie alle kenmerken van het concept biodiversiteit als index. De ruimtelijke dimensie (R) blijft echter impliciet en is niet gespecificeerd. Hetzelfde geldt in deze definitie voor 'vormenrijkdom': de biologische eenheden (B) en de verscheidenheid (V) zijn evenmin gespecificeerd.

12 Het MNP (PBL) heeft het kaartbeeld van de beoogde EHS vergeleken met verspreidingsgegevens van plantensoorten, kaartbeelden van milieucondities en eisen die plant- en diersoorten stellen aan hun leefgebied. Daaruit blijkt dat het streven naar de vorming van een ecologisch netwerk met grote natuurgebieden nog steeds een logische strategie is voor duurzaam behoud van biodiversiteit. Dossier Ecologische Hoofd Structuur (EHS) www.groeneruimte.nl (22-08-2012).

Een zeer algemene definitie van biodiversiteit kwam hierboven aan de orde in het citaat van Huston (1994). De toevoeging 'in de loop der evolutie' geeft behalve de oorsprong ook een temporele dimensie (T) aan, hoewel deze evenmin is gespecificeerd. Gittenberger legt als evolutiebioloog de nadruk op het verschijnsel dat verscheidenheid in de levende natuur 'in de loop der evolutie' is ontstaan.

Behalve evolutiebiologen onderzoeken ook ecologen veranderingen in de biodiversiteit gedurende een bepaalde periode. Veranderingen in de biodiversiteit worden door ecologen uitgedrukt in concepten als persistentie (weerstand), resistentie (veerkracht) en variabiliteit (veranderlijkheid). De mate van *persistentie* zegt hoe lang een variabele in een ecosysteem onveranderd blijft. Persistentie wordt als tijd gemeten. Systemen die snel veranderen, worden systemen met een hoge 'turnover' genoemd. De turnover is dus omgekeerd evenredig met de persistentie. *Resistentie* meet de gevolgen van een permanente verandering van een variabele. Als andere variabelen weinig veranderen, dan is de veerkracht van een systeem relatief groot. Het verschil tussen tijdstip 1 en tijdstip 2 wordt gemeten, waardoor resistentie een grootheid zonder dimensie is. *Variabiliteit* is de mate waarin variabelen in een systeem veranderen in de tijd. Dit is een statische grootheid die gemeten wordt als de standaarddeviatie of de variatiecoëfficiënt van de variabele die wordt gemeten (Pimm, 1991, p.14).

Behalve binnen de ruimtelijke grenzen van een ecosysteem worden veranderingen in de biodiversiteit binnen een bepaalde periode ook gemeten binnen staatkundige grenzen, bijvoorbeeld de grenzen van Nederland. Een citaat uit *Biodiversiteit in Nederland* waarin de temporele dimensie is gespecificeerd voor het concept biodiversiteit is het volgende.

In deze studie is vastgesteld dat sinds 1840 in Nederland 73 plantensoorten zijn verdwenen, afgezien van 14 recent teruggevonden soorten. De negatieve invloed van veranderingen in de maatschappij na de tweede Wereldoorlog, die onder andere tot uitdrukking komen in verdroging, vermesting, verzuring en vernietiging van biotopen, lijkt niet te hebben geleid tot versnelling van het verdwijnen van plantensoorten in Nederland. Na 1920 verloopt het verdwijnen min of meer constant; per 20 jaar verdwijnen er ongeveer 20 soorten. Het verdwijnen van soorten is daarmee geen goede maat voor de vermindering van de kwaliteit van de natuur (Van der Meijden & Gillis, 1995, p.41).

Van der Meijden en Gillis betogen dat er een "zeer duidelijk verband bestaat tussen het areaaltype van de soort en de kans op verdwijnen".

De kans op het verdwijnen van een soort neemt toe naarmate de Nederlandse vindplaatsen meer aan de grens van het areaal van de soort liggen, of daarvan tenminste 100 kilometer verwijderd zijn (voorpost-soorten) (Van der Meijden & Gillis, 1995, p.38).

Bovendien zijn er volgens Van der Meijden en Gillis sinds 1829 ongeveer 75 soorten Nederland binnengekomen. Het areaaltype is eveneens bepalend voor de kans dat een soort Nederland binnenkomt, of wordt teruggevonden nadat de soort is verdwenen. Alle areaaltypen samen nemen en alleen de verdwenen soorten tellen is wel een manier om de teruggang van de biodiversiteit te meten, maar "geen goede maat voor de vermindering van de kwaliteit van de natuur". De kwaliteit van de het natuurlijke milieu gaat achteruit, terwijl soorten in een constant tempo van 20 soorten per 20 jaar uit Nederland verdwijnen. De gekozen tijdschaal beïnvloedt bij Van der Meijden en

Gillis de gekozen biologische eenheden, immers niet alleen soorten, maar ook verschillende areaaltypen worden onderscheiden.

Voorts blijkt dat het verdwijnen of opnieuw verschijnen van soorten uit Nederland geen voldoende goede maat is voor de beoordeling van de kwaliteit van de flora. Dit blijkt uit onze conclusie dat het verdwijnen van soorten ongeveer constant verloopt terwijl de kwaliteit van de flora onmiskenbaar achteruitgaat (Van der Meijden & Gillis, 1995, p.39).

In dit laatste citaat is duidelijk dat de formulering van een definitie van het concept biodiversiteit als 'index' afhangt van het doel van de gebruiker van het concept. Wanneer een ecologische indicator niet indiceert, aanwijst, waar het degene die de indicator gebruikt om gaat, bijvoorbeeld de kwaliteit van de flora in Nederland, wordt het concept biodiversiteit genuanceerd. Hierbij bepalen de definiërende kenmerken van het concept biodiversiteit, verscheidenheid (V) van biologische eenheden (B), de ruimtelijke dimensie (R) en de temporele dimensie (T) de betekenis van het concept biodiversiteit in onderling samenhang.

In het voorbeeld hieronder van een operationele definitie van het concept biodiversiteit als 'index' is aangeven dat ook de temporele dimensie gespecificeerd moet worden. De temporele dimensie is nog niet gespecificeerd. Veranderingen in de biodiversiteit worden gemeten door meerdere tijdstippen of perioden te vergelijken, zoals ruimtelijke patronen worden gemeten door verschillen tussen gebieden te meten.

Voorbeeld bij de temporele dimensie
Biodiversiteit $B_4 =_{def}$ de verscheidenheid van biologische eenheden in een gegeven gebied op een gegeven tijdstip.

In deze definitie wordt aangegeven dat verscheidenheid, biologische eenheden, de ruimtelijke dimensie en de temporele dimensie belangrijke definiërende kenmerken zijn van het concept biodiversiteit. Het is geen preciserende definitie, maar een definitie die aangeeft aan welke kenmerken een preciserende definitie zou moeten voldoende.

3.4 Conclusies van de conceptuele analyse

Het concept biodiversiteit is een van oorsprong wetenschappelijk concept. Binnen de ecologie kent het concept verscheidene definities en die vertonen veel overeenkomsten. Het zijn statistische formules die precies aangeven hoe biodiversiteit moet worden gemeten. Biodiversiteit in deze betekenis is een index, een indicator die een bepaalde eigenschap van een ecosysteem of andere biologische eenheden aanduidt. In de ecologie wordt met het concept biodiversiteit vaak bedoeld het aantal soorten en het aantal individuen per soort in een gegeven ecosysteem of gegeven gebied op een gegeven tijdstip. Binnen de grootheid biodiversiteit worden dan de grootheden soortenrijkdom (aantal soorten) en relatieve abundantie (aantal individuen of organismen per soort) onderscheiden. Soms worden andere biologische eenheden dan soorten en individuen per soort (organismen) gebruikt, soms worden ook het verspreidingspatronen in aanmerking genomen. De specifieke definitie van het concept biodiversiteit die wordt gehanteerd, is

afhankelijk van het doel van het betreffende onderzoek. Ook de manier waarop soortenrijkdom en relatieve abundantie wordt gemeten, kan per onderzoek verschillen. Hierdoor zijn er verschillende statistische definities van het concept biodiversiteit. Soms betekent het concept biodiversiteit in de ecologie niet soortenrijkdom, maar genetische diversiteit, of ecosysteemdiversiteit, soms wordt met het concept biodiversiteit de biologische diversiteit op al deze niveaus bedoeld. Het concept biodiversiteit is binnen de ecologie dus meerduidig en contextafhankelijk.

Het concept biodiversiteit is in de jaren negentig een belangrijke rol gaan spelen voor professionals die vanuit hun beroep bij natuur en milieu zijn betrokken. Het *Verdrag inzake biologische diversiteit* (Ministerie van VROM, 1995) heeft een grote rol gespeeld bij de transfer van het concept biodiversiteit van de wetenschappelijke praktijk naar de beroepspraktijk. Het verdrag werd opgesteld op de wereldtop te Rio de Janeiro in 1992 en is door bijna alle landen van de wereld aangenomen. Binnen de beroepspraktijk wordt het concept biodiversiteit, evenals in de ecologie, vaak gebruikt in de betekenis van 'index', zij het vaak in de betekenis van soortenrijkdom, zonder relatieve abundantie, en minder precies gedefinieerd dan in de wetenschappelijke praktijk. Daarnaast heeft het concept biodiversiteit de betekenis gekregen van 'natuurlijke hulpbron'. De biodiversiteit is dan een bron van voedsel, medicijnen, hout en andere grondstoffen, of genetisch materiaal. Soms wordt het concept biodiversiteit als synoniem voor 'natuur' gehanteerd. Gaandeweg is 'de' biodiversiteit, het concept biodiversiteit als verzamelbegrip, of 'containerbegrip', onder de aandacht van een steeds breder publiek gekomen.

De resultaten van de hier besproken analyse van het concept biodiversiteit worden aangewend voor het ontwikkelen van een onderwijsleerstrategie (OLS) voor het recontextualiseren van het concept biodiversiteit, in het ontwikkelingsonderzoek dat in dit proefschrift wordt beschreven. In de volgende, tevens laatste, paragraaf van dit hoofdstuk (§ 3.5) worden de ontwerpcriteria besproken die aan de analyse van het concept biodiversiteit zijn ontleend.

3.5 Ontwerpcriteria

De oriënterende fase van het onderzoek was gericht op het ontwikkelen van een ontwerpstrategie voor natuur- en milieu-educatie voor lerenden van 15 jaar en ouder. De definitiemethode werd in deze ontwerpstrategie verwerkt (Van Weelie & Wals, 1998). Hiermee werden de meerduidigheid en de contextafhankelijkheid van het concept biodiversiteit vastgelegd als ontwerpcriterium bij het ontwikkelen van een onderwijsleerstrategie voor het wendbaar leren hanteren van het concept biodiversiteit.

Het eerste ontwerpcriterium (OC 1) dat is ontleend aan de conceptuele analyse van het concept biodiversiteit in de oriënterende fase van het onderzoek is het volgende.

OC 1 De meerduidigheid en contextafhankelijkheid van het concept biodiversiteit staat centraal in onderwijsleercontexten die aan beroepspraktijken en wetenschappelijke praktijken zijn ontleend.

Uit de Delphi-studie volgden invalshoeken en thema's waarmee de ontwerpstrategie verder werd ingevuld. Voor de ontwikkelfase van het onderzoek zijn het domein en de doelgroep ingeperkt tot biologieonderwijs in de bovenbouw havo en vwo. De thema's en invalshoeken uit de Delphi-studie werden gebruikt om keuzes te maken voor bepaalde invalshoeken en thema's: het Waddengebied en beroepspraktijken en wetenschappelijke praktijken leken op grond van de Delphi-studie geschikt voor de bovenbouw biologie. Voor de eerste lessenreeks zijn deze keuzes gemaakt op basis van de meningen van experts over de leerbaarheid van het concept biodiversiteit. Theorie over onderwijzen en leren speelde nog geen doorslaggevend rol. De keuze voor het Waddengebied en de handelingspraktijken waarop onderwijsleercontexten zijn gebaseerd, vormen geen onderdeel van de onderwijsleerstrategie (OLS); zie hoofdstuk 1. Deze keuzes zijn daarom geen ontwerpcriteria. Een tweede ontwerpcriterium (OC 2) dat is ontleend aan de conceptuele analyse is de oriëntatie op de drie typen betekenissen van het concept biodiversiteit.

OC 2 Leerlingen moeten drie betekenissen van het concept biodiversiteit, namelijk 'natuur', 'natuurlijke hulpbron' en 'index', kunnen onderscheiden en gebruiken.

Voor het onderscheiden van de drie betekenissen is de ontwikkelde definitiemethode toegepast.

Een derde criterium (OC 3) dat aan de conceptuele analyse werd ontleend, richt zich op het concept biodiversiteit als 'index', dat in beroepspraktijken en wetenschappelijke praktijken een belangrijke rol speelt.

OC 3 Leerlingen moeten de werkdefinitie van het concept biodiversiteit als 'index' leren gebruiken.

De gepresenteerde definitiemethode blijkt een nuttig hulpmiddel bij het begrijpen van teksten over biodiversiteit afkomstig uit verschillende handelingspraktijken. De betekenissen van het concept biodiversiteit die in het literatuuronderzoek naar voren kwamen, kunnen met behulp van de definitiemethode in drie categorieën worden ingedeeld. Het concept biodiversiteit wordt soms gebruikt als synoniem voor 'natuur', soms verwijst het concept naar en 'natuurlijke hulpbron', en soms staat het concept voor een ecologische 'index' in een algemenere of specifiekere betekenis. Deze indeling valt niet samen met de belangrijkste handelingspraktijken waarin het concept biodiversiteit een rol speelt, namelijk in wetenschappelijke praktijken van ecologen en in de beroepspraktijken van experts op het gebied van natuur en milieu. Binnen deze handelingspraktijken is in de oriënterende fase van het onderzoek een grote variatie aan betekenissen van het concept biodiversiteit gevonden. In beide typen handelingspraktijken is veel geschreven over de betekenis van het concept biodiversiteit. Veel inleidingen op boeken, artikelen en beleidsdocumenten beginnen met de vraag "Wat is biodiversiteit?" omdat de betekenis van het concept biodiversiteit niet vanzelfsprekend is en een auteur het concept wil preciseren voor zijn of haar eigen doelstellingen. Er zijn echter ook teksten waarin het concept biodiversiteit wordt gehanteerd als een gangbaar concept.

Deze ontwerpcriteria vormen samen met de ontwerpcriteria uit hoofdstuk 1 het uitgangspunt voor de ontwikkeling van een onderwijsleerstrategie voor het wendbaar leren hanteren van het concept biodiversiteit in het biologieonderwijs in de bovenbouw havo en vwo.

Hoofdstuk 4

Eerste casestudie

4.1 Inleiding 78

4.2 Ontwerpcriteria en leerdoelen 78

Ontwerpcriterium 1: contextafhankelijkheid en meerduidigheid 80
Ontwerpcriterium 2: drie betekenissen 80
Ontwerpcriterium 3: werkdefinitie 80
Ontwerpcriterium 4: samenwerkend leren 81
Ontwerpcriterium 5: probleemstellende benadering 81
Leerdoelen 81
Ontwikkeling van OLS 1 82

4.3 OLS 1 en eerste lessenreeks 83

Uitwerking van de ontwerpcriteria in OLS 1 85
Uitwerking van OLS 1 in een lessenreeks 87
Verwachtingen 88

4.4 Eerste casestudie: evaluatie van OLS 1 90

4.5 Conclusies 115

4.5.1 Conclusies met betrekking tot de effectiviteit van de OLA's 115
4.5.2 Conclusies met betrekking tot de effectiviteit van de OLS 121

Effectiviteit van de gastles, les 2 en 3 121
Effectiviteit van de werkdefinitie 122
Effectiviteit van het bronnenonderzoek 122

4.5.3 Conclusies met betrekking tot de effectiviteit van de OC's 123

OC 1: Het concept biodiversiteit 124
OC 2: Natuur, natuurlijke hulpbron, index 124
OC 3: Werkdefinitie 124
OC 4: Samenwerkend leren 125
OC 5: Probleemstellende benadering 126
Onderwijsleercontexten 126

4.6 Vragen voor de verdiepende literatuurstudie 127

4.1 Inleiding

In hoofdstuk 4 worden de inhoudelijke ontwerpcriteria die ontleend zijn aan de expertinterviews en de conceptuele analyse (hoofdstuk 3) en de ontwerpcriteria die ontleend zijn aan de verkennende literatuurstudie (hoofdstuk 1) uitgewerkt in een eerste conceptversie van de onderwijsleerstrategie (OLS 1).

Hoofdstuk 4 beschrijft de eerste cyclus van het ontwikkelingsonderzoek (zie hoofdstuk 2). In § 4.2 worden leerdoelen ontleend aan de ontwerpcriteria. In § 4.3 worden de ontwerpcriteria uitgewerkt in OLS 1. Tevens wordt de lessenreeks beschreven waarin OLS 1 is verwerkt. In § 4.4 wordt de uitvoering van de lessenreeks besproken en OLS 1 geëvalueerd. De evaluatie van OLS 1 leidt tot conclusies en aanpassingen die worden beschreven in § 4.5.

4.2 Ontwerpcriteria en leerdoelen

Concepten kunnen in de bovenbouw biologie in het havo en vwo in drie typen onderwijsleercontexten aan de orde komen (Boersma 2011):

1. Leefwereldcontexten: onderwijsleercontexten die ontleend zijn aan de leefwereld van de leerlingen voor zover het verschijnselen betreft die relevant zijn voor de biologie.
2. Beroepscontexten: onderwijsleercontexten die ontleend zijn aan beroepspraktijken voor zover deze zijn gerelateerd aan de biologie.
3. Wetenschappelijke contexten: onderwijsleercontexten die ontleend zijn aan wetenschappelijke praktijken van onderzoek binnen de biologie.

In dit kader kan ook het concept biodiversiteit worden geplaatst. In hoofdstuk 3 is aan de hand van citaten uit interviews en literatuur beargumenteerd dat het concept biodiversiteit meerduidig en contextafhankelijk is. Het concept heeft in verschillende praktijken verschillende betekenissen. Uit het oriënterend onderzoek komen twee handelingspraktijken naar voren waarin het concept biodiversiteit een belangrijke functie heeft. Ten eerste wordt het concept biodiversiteit veel toegepast in beroepspraktijken op het gebied van natuur en milieu. Dit blijk bijvoorbeeld uit documenten over natuurbeleid op diverse bestuursniveaus, zowel nationaal als internationaal. Ten tweede speelt het concept biodiversiteit een centrale rol in wetenschappelijke praktijken, met name in ecologisch onderzoek. Het concept biodiversiteit speelt geen rol in de leefwereld van jongeren.

De praktijken waarbinnen het concept biodiversiteit wordt toegepast, zijn onderling verbonden en beïnvloeden elkaar, doordat professionals uit beide praktijken vaak samenwerken en kennis uitwisselen. Echter, een ecoloog die werkzaam is bij een onderzoeksgroep aan een universiteit en een wetenschappelijke publicatie schrijft, past het concept biodiversiteit anders toe dan bijvoorbeeld een beleidsmedewerker van de rijksoverheid die een beoordeling schrijft van een milieueffectrapportage. Voor een ecoloog heeft het concept biodiversiteit een specifieke getalsmatige betekenis. Het is een index, uitgedrukt in een statistische formule, waarin een bepaald

kenmerk van een ecosysteem wordt uitgedrukt (Magurran, 1988). Een beleidsmedewerker kan het concept ook in die betekenis gebruiken, hoewel meestal minder specifiek. Het concept biodiversiteit heeft dan meestal de betekenis van soortenrijkdom in een bepaald gebied. Betekenissen van het concept biodiversiteit die niet in de ecologische literatuur, maar wel in de beroepspraktijk voorkomen, zijn biodiversiteit als natuurlijke hulpbron en het concept biodiversiteit toegepast als een synoniem van het concept natuur.

In hoofdstuk 3 werd een definitiemethode ontwikkeld, en werkwijze voor het verklaren van de betekenis van het concept biodiversiteit in een gegeven tekst. Op basis van deze definitiemethode werden drie inhoudelijke ontwerpcriteria geformuleerd voor een onderwijsleerstrategie voor het wendbaar leren hanteren van het concept biodiversiteit in de bovenbouw havo en vwo biologie. Het is belangrijk dat de meerduidigheid en contextafhankelijkheid van het concept biodiversiteit, de gevonden drie betekenissen 'natuur', 'natuurlijke hulpbron' en 'index', en het formuleren van preciserende definities met behulp van de werkdefinitie centraal komen te staan in de onderwijsleerstrategie, omdat leerlingen anders een eenzijdige betekenis van het concept zouden ontwikkelen. Zij zouden het concept biodiversiteit dan slechts in een beperkt aantal onderwijsleercontexten kunnen toepassen.

Het ontwikkelingsonderzoek bestaat uit drie casestudies waarvan hoofdstuk 4 de eerste beschrijft. In het ontwikkelingsonderzoek wordt de vraag beantwoord *hoe* de leerdoelen bereikt kunnen worden die door inhoudelijke criteria worden geïmpliceerd. In de oriëntatiefase zijn drie onderwijsleerbenaderingen naar voren gekomen waaruit een effectieve onderwijsleerstrategie zou kunnen worden afgeleid voor het wendbaar leren hanteren van het concept biodiversiteit. Deze sluit aan bij het nieuwe examenprogramma biologie voor havo en vwo, dat in 2013 wordt ingevoerd vanaf klas 4 van de bovenbouw havo en vwo (Boersma et al., 2005; Boersma et al., 2007; Boersma, Kamp, Van den Oever, & Schalk, 2010).

De volgende vijf ontwerpcriteria (OC's) zijn ontleend aan de oriënterende fase van het onderzoek en toegepast in de eerste ontwikkelronde. OC 1, 2 en 3 zijn ontleend aan de analyse van het concept biodiversiteit (hoofdstuk 3). OC 4 en 5 zijn ontleend aan de oriënterende literatuurstudie. De fasering van het onderzoek is nader toegelicht in hoofdstuk 2.

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.

OC 2: Natuur, natuurlijke hulpbron, index
Leerlingen moeten drie betekenissen van het concept biodiversiteit, namelijk 'natuur', 'natuurlijke hulpbron' en 'index', kunnen onderscheiden en gebruiken.

OC 3: Werkdefinitie
Leerlingen moeten de werkdefinitie van het concept biodiversiteit als 'index' leren gebruiken.

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.

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.

Ontwerpcriterium 1: contextafhankelijkheid en meerduidigheid
De OLS moet voorzien in de ontwikkeling van het concept biodiversiteit binnen onderwijsleercontexten die ontleend zijn aan twee categorieën praktijken, namelijk wetenschappelijke praktijken, met name ecologisch onderzoek, en beroepspraktijken, met name beroepsmatige activiteiten gerelateerd aan natuur en milieu. Een OLS voor het wendbaar leren toepassen van het concept biodiversiteit moet gericht zijn op de ontwikkeling van kennis over biodiversiteit die in hedendaagse praktijken wordt toegepast. Specifiek voor het concept biodiversiteit geldt daarom dat een leerling het concept wendbaar moet kunnen gebruiken in zowel contexten ontleend aan ecologisch onderzoek als in contexten ontleend aan natuurbeleid. De OLS zal daarom zo moeten zijn ingericht dat leerlingen met beide praktijken kennismaken en de relevante praktijk kunnen herkennen in een nieuwe context. Bovendien moet de OLS gericht zijn op het leren leggen van verbanden tussen het concept biodiversiteit en concepten die worden toegepast in realistische onderwijsleercontexten die zijn ontleend aan zowel ecologisch onderzoek als aan beroepsmatige activiteiten gerelateerd aan natuur en milieu.

Ontwerpcriterium 2: drie betekenissen
De OLS moet voorzien in de ontwikkeling van drie betekenissen van het concept biodiversiteit: ‘biodiversiteit’ als synoniem voor ‘natuur’, ‘biodiversiteit’ als ‘natuurlijke hulpbron’ en ‘biodiversiteit’ als ecologische ‘index’. De OLS moet voorzien in een sequentie van OLA’s waardoor leerlingen kennismaken met deze drie verschillende authentieke gebruikswijzen van het concept biodiversiteit.

Ontwerpcriterium 3: werkdefinitie
Voor het leren hanteren van het concept biodiversiteit als ecologische index moet de volgende werkdefinitie in de OLS worden opgenomen.

Biodiversiteit $=_{df}$ verscheidenheid (V) in biologische eenheden (B), in ruimte (R) en tijd (T).

Binnen de praktijk van ecologisch onderzoek is een grote variatie aan contextspecifieke betekenissen van het concept biodiversiteit in omloop. Deze concepten hebben gemeenschappelijk dat zij getalsmatig zijn, worden gedefinieerd met behulp van symbolen en formules en gebruikt worden als ecologische index. Leerlingen kunnen in nieuwe toepassingscontexten worden geconfronteerd met het concept biodiversiteit als ‘index’ waarvan de betekenis in een formule wordt uitgedrukt en de gemeten waarden in cijfers. Leren werken met de werkdefinitie zal niet vanzelf gaan. De OLS moet daarom voorzien in OLA’s aan de hand waarvan leerlingen a) de werkdefinitie van het

concept biodiversiteit leren betrekken bij de interpretatie van de specifieke betekenis van het concept biodiversiteit als ecologische index, onderscheiden van 'natuur' en natuurlijke hulpbron, en b) met behulp van de werkdefinitie een preciserende definitie van het concept biodiversiteit leren formuleren.

Ontwerpcriterium 4: samenwerkend leren

De OLS voorziet in OLA's waardoor leerlingen leren in samenspraak te reflecteren op de betekenis van het concept biodiversiteit, waarbij ze de gelegenheid hebben het geleerde toe te passen in nieuwe contexten. Het is de bedoeling dat leerlingen leren de onderwijsleercontext waarin het concept biodiversiteit op een gegeven moment aan de orde is, te betrekken bij de interpretatie van het concept biodiversiteit. Betekenisverlening ontstaat door heen-en-weer denken tussen het gebruik van het concept biodiversiteit en de context waarin dat gebeurt (Boersma, 2011). Het is belangrijk dat leerlingen zo samenwerken dat een dialoog ontstaat. Dit is zowel voor de begripsontwikkeling bij leerlingen als voor het onderzoek van belang. De samenwerking vormt de onderwijsleercontext. De gezamenlijke activiteit zorgt voor meningsverschillen die motiveren tot het onderzoeken van de betekenis van het concept biodiversiteit, naar analogie van de praktijk waarin hetzelfde gebeurt. Sommige leerlingen zijn bij individueel schriftelijk werk geneigd snel een antwoord te noteren en te denken dat de vraag en het antwoord goed zijn begrepen. Leerlingen ontdekken in de dialoog wat wel en wat niet helder voor hen is met betrekking tot de betekenis van het concept biodiversiteit door hun gedachten daarover aan elkaar uit te leggen. Door hardop definities te bespreken alvorens schriftelijk een eindresultaat te noteren, worden de kennisstructurerende functies van het concept biodiversiteit expliciet. De reconstructie van het concept biodiversiteit wordt waarneembaar en gedeeld met medeleerlingen en de docent, waardoor bijsturing mogelijk wordt.

Ontwerpcriterium 5: probleemstellende benadering

De OLS moet volgens de probleemstellende benadering zijn opgebouwd. Probleemstellend leren houdt in dat iedere OLA intrinsiek motiveert tot de volgende OLA. Dit wordt bereikt door het oproepen van vragen. Vooraf wordt een sequentie van activiteiten en vragen ontworpen die uiteindelijk leidt tot de gewenste leerdoelen. Voor de OLS voor het concept biodiversiteit is het in dit verband van belang dat leerlingen intrinsiek gemotiveerd raken voor het toepassen van de werkdefinitie. Het is de bedoeling dat leerlingen zich de manier van werken met de werkdefinitie eigen maken door de definitie zelf te ontwikkelen. De OLS moet daarom voorzien in een sequentie van OLA's die vanuit een oriëntatie op een onderwijsleercontext bij leerlingen een vraag oproept die motiveert tot het onderzoeken van de betekenis van het concept biodiversiteit en om hierover met groepsgenoten in gesprek te gaan.

Leerdoelen

Aan de hand van de besproken ontwerpcriteria zijn leerdoelen geformuleerd die gelden voor iedere lessenreeks waarin de OLS wordt uitgewerkt.

1. Leerlingen maken kennis met het concept biodiversiteit en ontdekken dat het begrip contextafhankelijk en meerduidig is.
2. Leerlingen leren onderscheid te maken tussen de betekenis van het concept biodiversiteit als

synoniem voor natuur, als aanduiding van een natuurlijke hulpbron en toegepast als index.

3. Leerlingen leren de werkdefinitie van biodiversiteit op de juiste manier gebruiken om een preciserende definitie van het concept biodiversiteit als index te geven.
4. Leerlingen leren de werkdefinitie van biodiversiteit toe te passen in de gesprekken die zij met elkaar voeren om hun eigen preciserende definities, geformuleerd voor voorgaande activiteiten, aan te passen als een nieuwe activiteit dat noodzakelijk maakt (recontextualiseren).
5. Leerlingen leren begrijpen waardoor een nieuwe activiteit het toepassen van de werkdefinitie eventueel noodzakelijk maakt en situaties te herkennen waarin dit het geval is.

Ontwikkeling van OLS 1

De oriënterende fase van het onderzoek is uitgevoerd met de doelstelling een kennisbasis (blauwdruk) te ontwikkelen voor het ontwerpen van lesmateriaal en onderwijsleeractiviteiten over biodiversiteit voor jongeren in het kader van Natuur- en Milieueducatie (NME). Naast wetenschappelijke kennis en kennis in de beroepspraktijken gerelateerd aan natuur en milieu, is het concept biodiversiteit ook een belangrijke rol gaan spelen in het morele denken over menselijk handelen met betrekking tot natuur en milieu. Voor een meer educatieve doelstelling zou de OLS daarom moeten voorzien in OLA's die het effect hebben dat leerlingen in onderwijsleercontexten de waardegeladenheid leren herkennen die in handelingspraktijken een rol speelt. In dit onderzoek is ervan uitgegaan dat waarden onlosmakelijk verbonden zijn met de kennisstructurerende eigenschappen van concepten, dus ook van het concept biodiversiteit. Het concept biodiversiteit kan in verschillende betekenissen in verschillen praktijken worden toegepast in waardegeladen uitspraken. Waarden in relatie tot biodiversiteit komen in de lessen ter sprake. Waarden die gerelateerd zijn aan biodiversiteit komen aan de orde in de leerlingendialogen tijdens de lessen, maar vormen in dit onderzoek geen onderwerp van studie. De onderzoeksvraag is gericht op de ontwikkeling van het concept biodiversiteit en het leren van biodiversiteit. Om die reden is gekozen voor de inperking om waardeverheldering niet uit te werken in onderwijsleeractiviteiten en dialogen die hierover gaan niet nader te analyseren.

In het kader van het project *Biodiversiteit als leergebied van NME* is onderzocht hoe het concept biodiversiteit in verschillende praktijken werd toegepast. Verder is onderzocht wat de voorkeuren van experts zijn ten aanzien van leerinhouden met betrekking tot het onderwerp biodiversiteit. De bevraagde experts waren betrokken bij biologieonderwijs en natuur- en milieueducatie aan lerenden van 15 jaar of ouder. Er zijn expertinterviews afgenomen en er is een Delphi-studie uitgevoerd, zoals beschreven in hoofdstuk 2 en hoofdstuk 3. Dit betekent dat OC 1, 2 en 3 in de voorbereiding van de eerste casestudie voldoende theoretische diepgang hadden. OC 4 en 5 zijn in de eerste casestudie echter oppervlakkiger uitgewerkt. Voor het ontwerp van de eerste versie van de OLS werd impliciet en op basis van een algemene verkennende literatuurstudie aangesloten bij samenwerkend leren en de probleemstellende benadering. De concept-contextbenadering was in de periode waarin het ontwikkelingsonderzoek werd uitgevoerd in ontwikkeling. Op het moment dat de eerste casestudie werd uitgevoerd, waren nog weinig concepten en principes voor de onderwijspraktijk uitgewerkt. Hoewel cultuurhistorische literatuur werd geraadpleegd en het concept recontextualiseren zoals uitgewerkt door Van Oers bekend was, was de concept-

contextbenadering niet uitgekristalliseerd en werd aan recontextualiseren in de eerste casestudie alleen impliciet aandacht besteed. De eerste casestudie vormt de aanleiding tot het uitvoeren van een verdiepende literatuurstudie (hoofdstuk 5), waarna de focus van het ontwikkelingsonderzoek op (onderwijsleer-)contexten en recontextualiseren komt te liggen (hoofdstuk 6 en 7). Dit perspectief is belangrijk voor het juiste begrip van OLS 1 (§ 4.3) en de evaluatie daarvan in de eerste casestudie (§ 4.4).

4.3 OLS 1 en eerste lessenreeks

De theoretische basis voor de eerste casestudie – de eerste versie van de ontwerpcriteria – werd ontwikkeld als werkwijze voor het ontwerpen van leermiddelen over het concept biodiversiteit. De werkwijze bestaat uit de stappen A t/m F.

A. Oriënteren op biodiversiteit

- Over welke biologische eenheden heb je het? (genen, soorten, ecosystemen, ...)
- Wat bedoel je precies met verscheidenheid? (rijkdom, populatiegrootte)
- Waar is jouw biodiversiteit te vinden? (plaatsaanduiding)
- Op welk tijdstip of in welk tijdsinterval? (tijdsaanduiding)

B. Bepalen van de invalshoek

- Biologie en samenleving
- De natuur en ik
- Biodiversiteit en duurzaamheid

C. Formuleren van leerdoelen

- Emotionele verankering: persoonlijke betekenisverlening door het (her)ontdekken en beleven van natuur
- Ecologische verankering: het begrijpen van relaties, functies, systemen en (mondiale) verbanden
- Ethische verankering: het omgaan met waarden, innemen van een morele positie en het stellen van kritische (morele en ethische) vragen
- Politieke verankering: omgaan met belangentegenstellingen, conflicterende normen en waarden, het maken van keuzen, het ontwikkelen en uitvoeren van handelingsperspectieven.

D. Thematiseren van biodiversiteit

- Biodiversiteit in je achtertuin
- Beest, blijf bij je leest
- Ecosystemen van betekenis
- Zo dood als de dodo… En wat dan nog?
- Boeren, beleid en biodiversiteit

E. Contextualiseren[1] van biodiversiteit

- Met behulp van de *werkdefinitie* formuleren van een contextuele definitie met een duidelijke betekenis.

1 Met het concept 'contextualiseren' werd in deze fase van het ontwikkelingsonderzoek ongeveer hetzelfde bedoeld als met het concept 'recontextualiseren' na de secundaire analyse. In de eerste casestudie wordt bedoeld: 'de definitie van biodiversiteit aanpassen aan een thema'. Voor 'thema' kan ook sub-thema, of deelonderwerp of specifieke vragen worden gelezen. De concepten context en recontextualiseren worden in hoofdstuk 5 gepreciseerd.

- ***Werkdefinitie van biodiversiteit***: Biodiversiteit $=_{def.}$ De verscheidenheid (V) in biologische eenheden (B) in ruimte (R) en tijd (T).

F. Waarderen van biodiversiteit

- Welke belangen en waarden kennen de verschillende belanghebbenden toe aan biodiversiteit in deze betekenis?
- Welke belangen en waarden kennen de lerenden zelf aan 'deze' biodiversiteit toe?

Deze werkwijze is op twee manieren toegepast bij het ontwerpen van OLS 1. Ten eerste is de werkwijze gebruikt om inhoudelijk keuzes te maken en leerdoelen te formuleren. Ten tweede is de werkwijze verwerkt in OLS 1. Sommige 'stappen' van de werkwijze zijn terug te vinden als leerdoelen, bijvoorbeeld het concept biodiversiteit leren (re-)contextualiseren (stap E), andere als *tool*, de werkdefinitie van het concept biodiversiteit bijvoorbeeld (stap A), terwijl sommige stappen verdwenen zijn uit de OLS, zoals stap C, met uitzondering van de ecologie, en F, ethiek, door bepaalde keuzen ten aanzien van de inhoud van de lessen. Stap B en D zijn terug te vinden in het thema dat voorafgaand aan de eerste casestudie tijdens de docentenbijeenkomst werd gekozen (zie fasering van de onderwijsactiviteiten in hoofdstuk 2). Tijdens deze bijeenkomst werd onder meer gebrainstormd over mogelijk bruikbare thema's. Hieruit kwam het thema 'Waddengebied' naar voren als een kansrijk thema (stap D) voor lessen over biodiversiteit in de bovenbouw biologie. De invalshoek 'biologie en samenleving' (stap B) past daar het beste bij. Stap E, het 'contextualiseren' van het concept biodiversiteit, later in de terminologie van de concept-contextbenadering *recontextualiseren* genoemd, werd binnen het onderzoek het belangrijkste leerdoel voor de leerlingen: het leren toepassen van de werkdefinitie van het concept biodiversiteit in verschillende onderwijsleercontexten.

Een lessenreeks die ontworpen is voor ontwikkelingsonderzoek bestaat enerzijds uit onderwijsleeractiviteiten die vanuit de doelstellingen van het onderzoek ontworpen en relevant zijn, en anderzijds uit onderwijsleeractiviteiten die vooral relevant zijn voor bijvoorbeeld inpassing in het programma van de betreffende docent, dus situatie-specifiek, maar minder relevant voor het onderzoek. Een punt van kritiek op de werkwijze in de eerste casestudie is dat de 'boeklessen' over ecologie die door de docent werden afgewisseld met de 'projectlessen' (terminologie van de docent) werden genegeerd in het onderzoek. De boeklessen, of theorielessen ecologie, werden niet geobserveerd of gedocumenteerd. Vragen hierover kunnen daardoor niet meer op basis van verzamelde data worden beantwoord. De eventuele relaties tussen de lessen ecologie en de biologiemethode enerzijds en de specifieke OLA voor het onderzoek anderzijds zijn niet onderzocht. De ecologietoetsen, een schriftelijke overhoring en een proefwerk, die in het kader van de theorielessen werden afgenomen, werden evenmin gedocumenteerd, en konden dus niet geanalyseerd worden. Achteraf gezien is dit gemiste informatie. Individuele theoretische kennis van het concept biodiversiteit had in deze toets meegenomen moeten worden. Vanaf de tweede casestudie is dit wel gebeurd.

De ontwerpcriteria werden uitgewerkt in een lessenserie over de biodiversiteit van het Waddengebied voor 4 vwo. De keuze voor 4 vwo is beargumenteerd in hoofdstuk 2.

Uitwerking van de ontwerpcriteria in OLS 1

In deze subparagraaf wordt de eerste versie van de onderwijsleerstrategie (OLS 1) beschreven. OLS 1 is in Tabel 4.1 weergegeven. Daarbij is een aantal afkortingen en symbolen gebruikt. In de linker kolom van de tabel is steeds de probleemsequentie aangegeven met vragen (V) en antwoorden (A). In de rechter kolom zijn de onderwijsleeractiviteiten (OLA) en de doelstellingen (●) per stap in de probleemsequentie aangegeven.

Tabel 4.1 ***Eerste versie van de onderwijsleerstrategie.*** In de linker kolom is de probleemsequentie in de vorm van vragen (V) en antwoorden (A) weergegeven, in de rechter kolom de daarmee corresponderende onderwijsleeractiviteiten (OLA).

ORIËNTEREN + **INVALSHOEK BEPALEN** **V 1.1** Wat is biodiversiteit? **A 1.1** Biodiversiteit betekent verscheidenheid in de levende natuur.	**OLA 1.1a Gastles (klassikaal)** Gastles van iemand die beroepsmatig betrokken is bij de biodiversiteit van het Waddengebied. **OLA 1.1b Opdracht actief luisteren** (individueel) Leerlingen maken aantekeningen en stellen vragen (Opdracht 1 uit de werkmap). • Leerlingen stellen vragen tijdens en na afloop van de gastles. • Leerlingen zijn nieuwsgierig geraakt naar het onderwerp biodiversiteit en gemotiveerd voor het project. • Eén leerling per groep verwerkt aantekeningen tot samenvatting van de gastles (Opdracht 1 uit de werkmap). **OLA 1.1c Informatie lezen (individueel)** Huiswerk. Lezen uit de werkmap: brief projectvoorstel, opdracht van LNV en uitleg over het project. • Leerlingen kennen de inhoud en de opzet van het project. Zij weten dat het gaat over de biodiversiteit van de Wadden en hebben een initieel concept van biodiversiteit.
ORIËNTEREN + **INVALSHOEK BEPALEN** **V 1.2** Wat verstaan verschillende auteurs onder het concept biodiversiteit? **A 1.2** Over de betekenis van 'biodiversiteit' blijken verschillende meningen te bestaan. Er kunnen verschillende definities van biodiversiteit worden geformuleerd.	**OLA 1.2a Opdracht tekstvragen (groep)** Bestuderen en bespreken van korte teksten en het concept biodiversiteit proberen te omschrijven (opdracht 2 uit de werkmap). De bedoeling is dat leerlingen verschillende opvattingen ontdekken van biodiversiteit en dat zij hun eigen opvattingen omschrijven. • Leerlingen ontdekken verschillende betekenissen van biodiversiteit aan de hand van vragen bij teksten. **OLA 1.2b Tekstvragen bespreken (klassikaal)** Onderwijsleergesprek begeleid door de docent, waarin hij/zij terugkoppelt naar de gastles en vragen van leerlingen. • Leerlingen hebben hun concept van biodiversiteit verbreed en verdiept. Zij begrijpen dat het een concept is met meerdere betekenissen. **OLA 1.2c Informatie lezen (individueel)** Huiswerk. Lezen uit de werkmap: tekst over werkdefinities van biodiversiteit en de inleiding bij Opdracht 3 uit de werkmap. • Leerlingen weten waarvoor het concept biodiversiteit bruikbaar is en begrijpen op welke manier men met de werkdefinitie verschillende definities van biodiversiteit kan formuleren.

Tabel 4.1 Vervolg

THEMATISEREN + **DOELEN STELLEN +** **CONTEXTUALISEREN** **V 1.3** Wat betekent 'biodiversiteit' voor een specifiek thema? **A 1.3** Specifieke definities van biodiversiteit in eigen woorden, maar in de vorm van de werkdefinitie, passend bij het thema van de groep.	**OLA 1.3a Groepen maken en thema's verdelen (klassikaal)** Docent maakt groepen en verdeelt de thema's. Hij legt uit dat elk groep informatie gaat verzamelen voor een hoofdstuk in de brochure over biodiversiteit in het Waddengebied. • Leerlingen weten dat de acht thema's samenhangen met de biodiversiteit van het Waddengebied en de invloed van menselijke activiteiten daarop. • Leerlingen kennen de bedoeling van de resterende lessen: in opdracht van LNV bronnenonderzoek doen met je groep om informatie te verzamelen voor een brochure voor toeristen over biodiversiteit in het Waddengebied. **OLA 1.3b Specialiseren (groep)** De groepen specialiseren zich in hun thema. De thema's zijn zo gekozen dat deze elkaar inhoudelijk gedeeltelijk overlappen, zodat er onder andere verschillen en overeenkomsten ontstaan tussen de definities van biodiversiteit van de verschillende groepen: Kustbeheer, Gaswinning, Visserij, Recreatie, Vissen, Plankton en bodemleven, Vogels en Natuurlijke dynamiek. Aan de hand van de werkdefinitie, uitleg en hulpvragen (*heuristiek*) op een werkblad werken de groepen een omschrijving biodiversiteit uit die past bij hun eigen onderwerp. Leerlingen geven een omschrijving van hun thema, een definitie van het concept biodiversiteit, en formuleren een onderzoeksvraag en deelvragen (Opdracht 3 uit de werkmap). • De onderzoeksvraag en deelvragen van de leerlingen gaan over biodiversiteit. • Binnen de groepen maken de leerlingen onderling een taakverdeling voor het bronnenonderzoek. Zij maken daarbij gebruik van hun deelvragen over biodiversiteit. **OLA 1.3c Zelfstandig werken (individueel)** Huiswerk. In eigen tijd, thuis en/of op school verder werken aan eigen taak en deelvraag/-vragen voor het bronnenonderzoek.
CONTEXTUALISEREN + **BELANGEN EN WAARDEN ONDERZOEKEN** **V 1.4** Wat zijn de gevolgen van enkele voorbeelden van menselijke (maatschappelijke) activiteiten in het Waddengebied voor de biodiversiteit in het gebied, en wat zouden toeristen hierover moeten weten? **A 1.4** Specifieke definities van biodiversiteit toepassen bij het zoeken naar informatie voor de brochure. Gevolgen van onder meer Kustbeheer, Visserij, Gaswinning en Recreatie voor de biodiversiteit uitleggen aan toeristen.	**OLA 1.4a Zelfstandig bronnenonderzoek (groep en individueel)** Leerlingen regelen zelf hun activiteiten. Docent biedt indien nodig ondersteuning: beantwoordt vragen en verstrekt faciliteiten, zoals schriftelijk bronnenmateriaal, computers met cd-rom en internet en reserveert computerruimte. • Leerlingen voeren *vraaggericht* het bronnenonderzoek uit. Zij gebruiken hun eigen omschrijving van biodiversiteit en geven antwoorden op hun vragen over biodiversiteit. **OLA 1.4b Zelfstandig werken (individueel)** Huiswerk. In eigen tijd, thuis en/of op school: bronnenonderzoek. Eventueel samen: voorbereiden presentatie. **OLA 1.4c Rapportage (groep en individueel)** Individueel werk thuis en/of op school. Groepsoverleg vindt plaats op school tijdens de projectlessen. • Elke groep stelt een hoofdstuk samen voor de brochure. Het hoofdstuk bevat een specifieke definitie van biodiversiteit voor het thema van de groep en antwoorden op vragen over biodiversiteit. • Leerlingen nemen standpunten in ten aanzien van belangen en waarden met betrekking tot biodiversiteit en toerisme.

Tabel 4.1 Vervolg

CONTEXTUALISEREN + **BELANGEN EN WAARDEN ONDERZOEKEN** **V 1.5** Naast discussievragen van leerlingen komt de volgende vraag aan boed: Wat betekent 'biodiversiteit' voor toeristen in het Waddengebied? **A 1.5** Alle specifieke definities van biodiversiteit komen aan bod waardoor leerlingen 'biodiversiteit' opnieuw contextualiseren en een breder concept van biodiversiteit formuleren.	**OLA 1.5a Conferentie met presentaties (groep en klassikaal)** Alle groepen presenteren hun bevindingen aan de rest van de klas en stellen hun voorbereide discussievragen. Docent treedt op als voorzitter. Een vertegenwoordiger van LNV is aanwezig. • Leerlingen hebben zich het thema van hun groep eigen gemaakt. Zij kunnen verklaren wat biodiversiteit betekent binnen het thema van hun groep en daar vragen over beantwoorden. • Leerlingen formuleren standpunten ten aanzien van belangen en waarden met betrekking tot biodiversiteit en toerisme. **OLA 1.5b Discussie over biodiversiteit (klassikaal)** Klassikale discussie – tussen de presentaties door, of na afloop van de presentaties – naar aanleiding van de verschillende definities van biodiversiteit en vragen uit het publiek. De verschillen en overeenkomsten die zijn ontstaan tussen de verschillende groepen in hun opvattingen van biodiversiteit geven aanleiding tot debat. • Leerlingen kunnen het concept biodiversiteit indien nodig aanpassen – zoals zij dat ook voor het thema van hun groep hebben gedaan: met behulp van de werkdefinitie – om knelpunten in de discussie op te lossen. Dat wil zeggen, leerlingen kunnen het concept biodiversiteit *wendbaar toepassen*. • Leerlingen ontwikkelen een definitie van biodiversiteit die breder is dan de specifieke definities van de groepen, in discussie over de effecten op 'de' biodiversiteit van verschillende menselijke activiteiten in het Waddengebied. • Leerlingen herzien eventueel standpunten ten aanzien van belangen en waarden met betrekking tot biodiversiteit en toerisme.

De OLS werd onderzocht door deze uit te werken in een lessenreeks. In hoofdstuk 2 is reeds beschreven welke maatregelen zijn genomen om de intentie van de OLS zo volledig mogelijk in de uitgevoerde lessen naar voren te laten komen. Hieronder volgt een overzicht van lessenreeks waarin de eerste versie van de OLS is uitgewerkt.

Uitwerking van OLS 1 in een lessenreeks

De eerste versie van de onderwijsleerstrategie is uitgewerkt in een lessenreeks voor 4 vwo en samengevat in Tabel 4.2. Het bijbehorende lesmateriaal is beschikbaar op de website van het FIsme[2].

De lessenreeks is ontwikkeld in samenwerking met een mannelijke docent, begin 30, met ongeveer vijf jaar ervaring in het onderwijs. De lessenreeks is door de docent uitgevoerd in een grote klas van 31 leerlingen op een stedelijke school met een regionale functie, gelegen in een buitenwijk van Nijmegen.

2 Lesmateriaal: http://www.fisme.science.uu.nl/publicaties/proefschriftdaanvanweelie/inhoud.html

Verwachtingen

Naast de specifieke leerdoelen had de lessenreeks tot doel leerlingen te leren zelfstandig bronnenonderzoek te doen.

Tabel 4.2 ***De eerste lessenreeks.*** In de linker kolom zijn de lesnummers weergegeven. Er is onderscheid gemaakt tussen de boeklessen (theorielessen ecologie) en de projectlessen (de lessen over biodiversiteit in het kader van de casestudie). In de middelste kolom zijn per les de onderwijsleeractiviteiten (OLA) weergegeven. De geschatte benodigde tijd per OLA is in de rechter kolom aangegeven.

Lesnummer	Onderwijsleeractiviteit	Tijdsbesteding
Les 1-3	Les uit de biologiemethode *Biologie voor jou*, hoofdstuk over ecologie. Docent geeft huiswerkopdracht: paragrafen uit het hoofdstuk leren en opdrachten maken.	50' per les 50' huiswerk per les
Projectles 1 Les 4	**OLA 1.1a** Klassikaal – Gastles **OLA 1.1b** Individueel – Vragen en notities (opdr. 1) **OLA 1.1c** Individueel – Huiswerk lezen opdr. 2 (ca. 20') één leerling per groep: samenvatting (50')	25' gastles/dia-lezing 10' werkblad 15' discussie 20'-50' huiswerk
Projectles 2 Les 5	**OLA 1.2a** Groep – Vier teksten **OLA 1.2b** Klassikaal – Onderwijsleergesprek **OLA 1.2c** Individueel – Huiswerk: lezen opdr. 3	10' uitleg docent 30' lezen en werkblad 10' klassikaal 30' huiswerk
Les 6	Regulier contactuur, begeleiding bij ecologiehoofdstuk. Docent bespreekt gemaakte opdrachten en legt de volgende paragraaf uit. Leerlingen stellen vragen, maken notities en werken de resterende tijd aan de volgende huiswerkopdracht.	50' les 50' huiswerk/SO leren
Projectles 3 Les 7	**OLA 1.3a** Klassikaal – thema's over groepen verdelen **OLA 1.3b** Groep – specialisatie (opdracht 3) **OLA 1.3c** Individueel – bronnenonderzoek	10' uitleg docent 40' lezen en werkblad 50' huiswerk
Les 8	Huiswerk nakijken en schriftelijke overhoring (so) Huiswerkopdracht.	50' les 50' huiswerk
Projectles 4 Les 9	**OLA 1.4a** Groep en individueel – bronnenonderzoek **OLA 1.4b** Individueel – bronnenonderzoek	50' les 50' huiswerk
Les 10	Nabespreken schriftelijke overhoring. Uitleg volgende paragraaf. Huiswerkopdracht.	50' les 50' huiswerk/toets
Projectles 5 Les 11	**OLA 1.4a** Groep en individueel – bronnenonderzoek **OLA 1.4b** Individueel (groep) – voorbereiden presentatie	50' les 50' huiswerk 2x
Les 12	Huiswerk bespreken en diagnostische toets maken.	50' les
Projectles 6 Les 13	**OLA 1.4a** Groep en individueel – bronnenonderzoek **OLA 1.4c** Groep en individueel – hoofdstuk brochure **OLA 1.4b** Individueel (groep) – voorbereiden presentatie	50' les 50' huiswerk 50' huiswerk 2x
Projectles 7 Les 14+15	**OLA 1.5a** Groepswerk – presentaties **OLA 1.5b** Klassikaal – discussie	120' 2x lesuur + pauze
Les 16	Proefwerk ecologie	50' les

Van de gastles die werd verzorgd door een op Griend werkzame vogelwachter werd verwacht dat de belangstelling van de leerlingen gewekt zou worden voor de biodiversiteit van het Waddengebied. Omdat de voorkennis werd verondersteld zeer gering te zijn, werd geen aandacht besteed aan activering van voorkennis. Om de betrokkenheid van de leerlingen te vergroten, werd voorafgaand aan het project overlegd met een medewerker van het ministerie van LNV, directie Noord. Van deze ambtenaar kregen de leerlingen een officiële brief met de opdracht voor toeristen een brochure te schrijven over de biodiversiteit van het Waddengebied[3].

Het lesmateriaal voor de lessenreeks, bestaande uit tekst met toelichting en werkbladen met opdrachten, werd gebundeld in een werkmap. In deze werkmap werd een inleiding opgenomen met uitleg over het doel van de lessen en een tekst met uitleg over de werkdefinitie van biodiversiteit. Dit leeswerk werd als huiswerk opgegeven. De verwachting was dat de leerlingen deze teksten thuis zouden lezen en begrijpen, of anders vragen zouden stellen.

Met name voor les 2 en 3 werd een reeks opdrachten opgenomen om leerlingen te laten kennismaken met het concept en te leren werken met de werkdefinitie. Van de opdrachten voor projectles 2 en 3 werd verwacht dat leerlingen het concept biodiversiteit zouden leren kennen en de meerduidigheid van dit concept zouden ontdekken. Vervolgens zou de uitleg over de werkdefinitie – gepresenteerd en toegelicht als formule waarmee het concept biodiversiteit precies gedefinieerd kan worden – voor de leerlingen als nuttig worden ervaren bij het geven van een “precieze definitie” van “de biodiversiteit die door je groep wordt onderzocht”. Dat wil zeggen: het inperken van het onderwerp van het hoofdstuk dat de groep zou gaan schrijven voor de brochure, in het bijzonder met betrekking tot biodiversiteit. Hierbij werd verwacht dat bij het inperken van het deelonderwerp van de groep, bijvoorbeeld gaswinning, voor een hoofdstuk van de brochure, ook het *concept* biodiversiteit gepreciseerd zou moeten worden. In les 3 werd aan de leerlingen gevraagd het aan hun groepje toegewezen thema te omschrijven, de definitie van het concept biodiversiteit voor hun thema te preciseren en een onderzoeksvraag met deelvragen te formuleren. Verwacht werd dat de leerlingen voldoende op deze activiteiten zouden zijn voorbereid als ze de uitleg in de werkmap gelezen hadden. Deze tekst werd als huiswerk voor les 3 opgegeven. De bedoeling van opdracht 3 was dat de groepen zich zouden specialiseren in hun thema. Het was de verwachting dat hun eigen preciserende definitie van het concept biodiversiteit zou doorwerken in de onderzoeksvraag en de deelvragen, zodat ze hun definitie van het concept biodiversiteit zouden meenemen in hun bronnenonderzoek.

Naar verwachting zouden de leerlingen binnen de geplande tijd per groep een hoofdstuk voor de brochure kunnen schrijven en een presentatie voorbereiden voor de conferentie ter afsluiting van de lessen over de biodiversiteit van het Waddengebied. In de verschillende hoofdstukken van de brochures zou het concept biodiversiteit naar verwachting verschillende betekenissen hebben als gevolg van de specialisaties van de groepen. Verwacht werd dat de betekenisverschillen tijdens de conferentie zouden leiden tot discussie over de betekenis van het concept biodiversiteit. Verwacht werd dat leerlingen de werkdefinitie van het concept biodiversiteit zowel schriftelijk in hun brochurehoofdstuk als mondeling tijdens de conferentie zouden gebruiken. Tot slot werd verwacht dat de leerlingen tijdens de conferentie zouden ontdekken dat voor de discussie tussen

3 Lesmateriaal: http://www.fisme.science.uu.nl/publicaties/proefschriftdaanvanweelie/inhoud.html

de groepen met verschillende specialisaties een abstractere definitie van het concept biodiversiteit nodig zou zijn dan voor de afzonderlijke hoofdstukken van de brochure.

Voor zowel de projectlessen als de theorielessen werd een huiswerkbelasting van ongeveer 50 minuten geschat. Door het alterneren van project- en theorielessen vonden de projectlessen plaats met een frequentie van een keer per week.

De verwachting was dat de leerlingen hun vaardigheden in het uitvoeren van bronnenonderzoek zouden vergroten en dat als bijkomend voordeel de projectlessen de theorielessen zouden verlevendigen, de motivatie van de leerlingen voor het onderwerp ecologie zouden verhogen en de ecologische concepten zouden illustreren. Aan de eventuele invloed van de theorielessen op de projectlessen is in de casestudie geen aandacht besteed. Hoewel in de voorbereiding van de lessenreeks de relatie werd bestudeerd tussen hoofdstukken die de docent zou behandelen uit *Biologie voor jou*, namelijk *Thema 1 Inleiding in de biologie* en *Thema 7 Ecologie*, werd in het lesmateriaal niet aan het boek gerefereerd en werd er tijdens de projectlessen geen aandacht besteed aan de relatie met de leerinhouden die in de theorielessen en het boek werden behandeld. Tijdens de voorbereiding werd geconstateerd dat het concept biodiversiteit niet wordt behandeld in Thema 1 en 7 van *Biologie voor jou* (uitgave: Smits & Waas, 1994). Het Waddengebied wordt in deze hoofdstukken evenmin behandeld. De lessen over de biodiversiteit van het Waddengebied werden inhoudelijk niet als curriculumvervangend gezien, maar als aanvulling op de theorielessen. Een punt van kritiek op het onderzoek dat tijdens de eerste casestudie is uitgevoerd, is dat er geen gegevens zijn verzameld over de mate waarin of de manier waarop de docent in de theorielessen verbanden aanbracht tussen de theorielessen en de projectlessen. Verder had in de geplande lessenreeks meer rekening gehouden moeten worden met de inhoudelijke samenhang tussen de projectlessen en de theorielessen.

OLS 1 is geëvalueerd door de lessenreeks met de daarin geïmplementeerde strategie te laten uitvoeren en te observeren en vervolgens de gegevens te analyseren volgens de in hoofdstuk 2 beschreven methode. In de volgende paragraaf (§ 4.4) wordt de evaluatie van OLS 1 gepresenteerd.

4.4 Eerste casestudie: evaluatie van OLS 1

In deze paragraaf wordt de evaluatie van OLS 1 gepresenteerd aan de hand van een beschrijving van de uitgevoerde lessenreeks. Deze beschrijving wordt geïllustreerd met fragmenten van leerlingendialogen die exemplarisch zijn voor het doorlopen onderwijsleerproces. De hier gepresenteerde evaluatie is geen verslag van het verloop van het onderwijsleerproces, maar het product van reflectie en analyse na afloop van het ontwikkelingsonderzoek, zie ook de fasering van het onderzoek in hoofdstuk 2 en Gravemeijer & Cobb (2006). De focus kan daardoor beperkt blijven tot onderdelen van OLS 1 die relevant zijn gebleken voor de ontwikkeling van latere versies van de OLS.

Projectles 1

Projectles 1 wordt gegeven door een bioloog die veel ervaring heeft als vogelwachter op Griend. Dat de gastles (OLA 1.1a) motiverend is voor de leerlingen, blijkt uit de ruim 120 vragen uit de klas van 31 leerlingen, en er wordt belangstellend geluisterd (OLA 1.1b). In de werkmappen staan veel aantekeningen en er wordt op een later moment door elk van de acht groepen een vrijwel volledige samenvatting ingeleverd (opdracht 1). De gastles bestaat uit ervaringsverhalen, hier en daar theoretisch toegelicht, en is voorzien van mooie, soms grappige dia's. Het leidende thema is dat het Waddengebied bijzonder is vanwege haar voedselrijkdom, onder andere ontstaan door stromingen in de Noordzee, en door eb en vloed. De daarmee samenhangende rijkdom aan bodemleven zorgt voor veel soorten en grote aantallen vissen en vogels. De broedkolonie van de Grote stern op Griend krijgt veel aandacht.

Alhoewel met de gastdocent besproken werd dat de gastles een inleiding zou zijn op een project over biodiversiteit, werd de keus om al of niet aandacht te besteden aan het concept biodiversiteit aan de gastdocent overgelaten. Tijdens de les wordt het concept biodiversiteit niet genoemd.

Het huiswerk (OLA 1.1c), lezen van de tekst voor projectles 2 uit de werkmap en maken van opdracht 2.1, vraag 2.1, 2.3 en 2.5, heeft de docent al opgegeven voordat de gastles begon. In de tekst voor projectles 2 worden acht thema's onderscheiden. In de categorie Natuur zijn dat: 'Vissen', 'Vogels', "Plankton en bodemleven', en 'Natuurlijke dynamiek', in de categorie Menselijke activiteiten: 'Visserij', 'Gaswinning', 'Kustbeheer' en 'Recreatie'. Het is de bedoeling dat elke groep een hoofdstuk schrijft over een van deze acht thema's. Vervolgens zullen de hoofdstukken worden gebundeld tot een brochure voor toeristen over de biodiversiteit van het Waddengebied. De hoofdstukken zullen worden gepresenteerd op een conferentie, waarbij de groepen kennismaken met de onderwerpen van de andere groepen. Een medewerker van directie Noord van het voor natuurbeheer verantwoordelijke ministerie, destijds het ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij (LNV), zal bij de conferentie aanwezig zijn om de brochure in ontvangst te nemen.

Uit de evaluatiegesprekken bleek dat de meeste leerlingen de tekst niet hebben gelezen en de bedoeling van het project pas van de docent vernemen in projectles 2 of 3, en sommige leerlingen nog later. De teksten in de werkmap waren te lang en te moeilijk, vonden de leerlingen die meededen aan de evaluatiegesprekken die gevoerd werden met de leerlingen van drie groepen, dus met 12 van de 31 leerlingen. Mogelijk heeft daarnaast de huiswerkattitude van de leerlingen een rol gespeeld.

Projectles 2

Projectles 2 begint met een inleiding van de docent in de vorm van een klassikaal onderwijsleergesprek over de gastles, over het project en over biodiversiteit (OLA 1.2b). Hierbij stipt de docent aan dat het concept biodiversiteit het belangrijkste concept is voor het project. Hij noemt het concept biodiversiteit wel, maar legt de betekenis van het concept niet uit. Hij stelt klassikaal vragen over het concept. In een kort klassengesprek blijkt dat de leerlingen die antwoord geven op de vragen van de docent niet bekend zijn met de betekenis van het concept. De docent maakt groepen en geeft de groepen een thema (OLA 1.3a). Vanaf nu wordt er in groepen gewerkt. Twee groepen zijn door de docent aangewezen als de meest mondige, om audio-opnamen van te

maken voor het onderzoek. Dit zijn de groepen met de thema's Gaswinning (groep 1) en Visserij (groep 2). In de resterende tijd van projectles 2 wordt verder gewerkt aan opdracht 2 (OLA 1.2a), waarvan een aantal vragen als huiswerk was opgegeven. Desondanks is er te weinig tijd om de vragen af te krijgen. Bij analyse van de ingevulde werkmappen blijken van opdracht 2.1 vraag 2.1 t/m 2.6 te zijn gemaakt. Dit zijn de tekstvragen bij de vier korte teksten die impliciet (tekst 1 t/m 3) of expliciet (tekst 4) over biodiversiteit gaan. Vraag 2.7 had tot doel de leerlingen dieper te laten nadenken over biodiversiteit. Deze vraag is door de meeste leerlingen niet gemaakt. Ook vraag 2.8a en 2.8b hebben de meeste leerlingen niet gemaakt. Deze vraag is slechts door één groep goed gemaakt, door drie groepen matig, en door vier groepen helemaal niet. De opdracht is om in de vier korte teksten te onderstrepen wat met biodiversiteit te maken heeft (2.8a) en daarna een eigen definitie van biodiversiteit te geven (2.8b).

De docent onderbreekt het werken aan opdracht 2.1 voor de geplande video over bodemleven op het Wad en bijbehorende opdracht 2.2 (onderdeel van OLA 1.2a). Deze opdracht is over het algemeen wel gemaakt, maar wordt niet door alle groepen als relevant voor hun thema ervaren. Na afloop van de video bespreekt de docent de vragen van opdracht 2.1 (OLA 1.2b), maar komt daarbij niet verder dan vraag 2.3. Hij merkt daardoor niet op dat de leerlingen vraag 2.7 en 2.8 niet af hebben. Er is ook voor deze activiteit te weinig tijd. Voor de bel geeft de docent huiswerk op voor de volgende projectles: lezen van de tekst voor les 3 uit de werkmap. Deze tekst introduceert de werkdefinitie van het concept biodiversiteit en licht deze toe.

Na afloop van projectles 2 werd in overleg met de docent besloten de klassikale bespreking waarvoor in projectles 2 te weinig tijd was aan het begin van projectles 3 te hervatten, zodat hij het concept biodiversiteit kan toelichten.

Geconstateerd moet worden dat de meeste leerlingen waarschijnlijk niet of nauwelijks over het concept biodiversiteit hebben nagedacht voordat in projectles 3 het formuleren van onderzoeksvragen aan de orde komt. Bij deze activiteit is het de bedoeling dat leerlingen de noodzaak inzien om het concept biodiversiteit te preciseren voor het thema van hun groep en de werkdefinitie van het concept biodiversiteit daarbij toe te passen. Oriëntatie op het concept biodiversiteit (OLA 1.1 en OLA 1.2) heeft echter nauwelijks plaatsgevonden, voornamelijk doordat de meeste leerlingen thuis noch de tekst voor projectles 2, noch de tekst voor projectles 3 hebben voorbereid en de vragen van opdracht 2 over het concept biodiversiteit zeker zonder voorbereiding te veel werk waren voor een lesuur. Aangezien de leerlingen niet waren voorbereid en nog niet bekend waren met het concept biodiversiteit, stelden zij er ook geen vragen over. Uit de antwoorden van de leerlingen op de vragen van de docent aan het begin van projectles 2 blijkt dan ook dat de leerlingen nog niet bekend zijn met het concept biodiversiteit. Ook de video en het klassengesprek daarna vormen geen aanleiding voor een gesprek over het concept biodiversiteit. Vervolgens motiveerde de lengte en de moeilijkheidsgraad van de tekst die gelezen moest worden ter voorbereiding op projectles 3 de leerlingen niet om hun huiswerk te doen. Hoewel de analyse van de werkmappen geen inzicht geeft in wat de leerlingen na les 2 van het concept biodiversiteit weten, omdat niet alle vragen van opdracht 2.1 zijn gemaakt, kunnen we uit het geheel van de gegevens concluderen dat het concept biodiversiteit voor de meeste leerlingen bij aanvang van projectles 3 nog een nieuw concept is.

Projectles 3

De docent houdt zich in projectles 3 aan het voornemen om het concept biodiversiteit expliciet te introduceren. De uitleg van de docent gaat over de door hem spontaan meegebrachte vogelschedels, waarmee hij de samenhang tussen verscheidenheid en leefomgeving illustreert. Hij verklaart deze samenhang met behulp van het concept aanpassing. De vragen bij de video, opdracht 2.2, worden vervolgens nabesproken (OLA 1.2b). In verband met het bodemleven in het slik van de Wadden legt de docent in zijn uitleg nadruk op biodiversiteit in de betekenis van het aantal soorten en de aantallen individuen per soort, per vierkante meter. Daarna brengt hij de uitleg over het concept biodiversiteit in verband met het huiswerk voor projectles 3, namelijk met de tekst over de werkdefinitie van biodiversiteit. Dit gebeurt in het volgende fragment.

[1:3.K.1][4]

Docent: Ik neem aan dat iedereen de tekst van les 3 door heeft genomen; wie dat niet heeft gedaan, even vingers graag.

Uit het geringe aantal reacties blijkt niet wat echter wel uit de opnamen van de lessen en nagesprekken met leerlingen blijkt, namelijk dat veel leerlingen ook de tekst voor projectles 3 niet hebben gelezen. De docent gaat hier niet op in, waarschijnlijk omdat hij beseft hoeveel er deze les nog gedaan moet worden en hij de lestijd bij voorkeur besteedt aan opdracht 3.

Aansluitend bij de tekst voor projectles 3 geeft de docent uitleg over onderzoeksvragen (OLA 1.3a). Hierna starten de groepen met opdracht 3 (OLA 1.3b).

Opdracht 3 bestaat uit vier stappen. Tijdens projectles 3 krijgen de groepen ongeveer 10 minuten de tijd voor elke stap. De docent geeft steeds aan wanneer er 10 minuten voorbij zijn en respectievelijk opdracht 3.1, 3.2, 3.3 en 3.4 af moeten zijn. Opdracht 3.1 houdt in het omschrijven van het onderwerp van de groep, opdracht 3.2 het definiëren van biodiversiteit, opdracht 3.3 het formuleren van een hoofdvraag en opdracht 3.4 het bedenken van deelvragen en het verdelen van de taken binnen de groep voor het bronnenonderzoek. Tijdens deze les loopt de docent bij alle groepen langs om hen te helpen.

Met name opdracht 3.2 was in de eerste casestudie cruciaal voor de ontwikkeling van het concept biodiversiteit. Deze opdracht begint met een inleiding waarin gesteld wordt dat "'biodiversiteit" als onderwerp te algemeen is." De leerlingen zullen "specifieker moeten zijn in het benoemen van de biodiversiteit waarover jouw groep onderzoek doet." Hiervoor wordt vervolgens een methode aangereikt, de werkdefinitie van biodiversiteit (zie hoofdstuk 3) met hulpvragen per variabele.

4 **Codering protocolfragmenten**: [Ontwikkelronde:lesnummer.Bron.volgnummer fragment]. Tijdens drie ontwikkelrondes zijn vier casestudies uitgevoerd: I, II, III.1 en III.2. Protocollen van audio-opnamen zijn als volgt gecodeerd: G1 = groep 1, G2 = groep 2, K = klas/docent. Bij citaten uit werkbladen, werkstukken, proefwerken e.d. wordt onderscheid gemaakt tussen het materiaal (tekst, opdrachten) en de antwoorden van leerlingen: L = lesmateriaal/werkblad, AL1 = antwoord van leerling(-en) op lesmateriaal/werkblad van leerling(-en) uit groep 1, AW = tekst van leerling(-en) uit werkstuk, P = opdracht uit proefwerk, AP = antwoord van leerling op proefwerk/schriftelijke toets. Nabesprekingen en evaluatiegesprekken met docent en/of leerlingen worden eveneens gecodeerd als 'Bron': N = nabespreking, E = evaluatiegesprek, D = met docent, L = met leerling(en).

[1:3.L.2]
Het concept biodiversiteit wordt in het algemeen gebruikt in de betekenis van verscheidenheid (V) onder biologische eenheden (B), in ruimte (R) en tijd (T).

Je kunt deze definitie zien als een formule. Door waarden in te vullen voor de variabelen krijg je een precieze definitie van biodiversiteit voor een speciaal geval.

Eerst wordt de groep gevraagd samen na te denken over de betekenis van het concept biodiversiteit voor het onderwerp van de groep (3.2a) en daarna een omschrijving te geven van de biodiversiteit waar het bronnenonderzoek van de groep over gaat (3.2b).

[1:3.L.3]
a) Overleg met de groep hoe het zit met het concept biodiversiteit voor het onderwerp van jouw groep. Bekijk elk onderdeel van de werkdefinitie (B, V, R en T). Laat je daarbij leiden door onderstaande hulpvragen. Wijs iemand aan die aantekeningen maakt tijdens de discussie. Lever de aantekeningen ook in.

Hulpvragen:
Bij (B): Over welke biologische eenheden gaan jullie het hebben? Een aantal mogelijkheden zijn: ecosystemen, soorten, of genen. Geef een korte beschrijving.

Bij (V): Is in dit geval alleen het aantal eenheden per oppervlakte van belang, of ook het aantal individuen per eenheid? (Tellen alleen de luciferdoosjes, of tellen ook de aantallen lucifers per doosje?)

Bij (R): De biodiversiteit waarover jouw groep onderzoek doet, komt natuurlijk voor in het Waddengebied. Maar in welke terreinen precies? (Voor toeristen erg van belang.) Als de biodiversiteit verandert door menselijke activiteiten, is die verandering op andere plaatsen anders dan in het Waddengebied? Is er verschil tussen plaatsen binnen het Waddengebied?

Bij (T): De biodiversiteit waarover jouw groep onderzoek doet, komt op dit moment voor in het Waddengebied. Verandert de biodiversiteit van seizoen tot seizoen, van jaar tot jaar? Als de biodiversiteit verandert door menselijke activiteiten, over welke tijdsperiode vinden de veranderingen dan plaats?

b) Formuleer aan de hand van de antwoorden jullie definitie voor biodiversiteit.

Door twee groepen is opdracht 3.2 goed gemaakt, dat wil zeggen: de vier variabelen van de werkdefinitie zijn zinvol ingevuld, en er staat een welgeformuleerde definitie van biodiversiteit. Door vijf groepen is de opdracht echter matig, en door één groep zelfs helemaal niet, gemaakt. De oorzaak daarvan moet waarschijnlijk worden gezocht in de geringe voorbereiding. Voor de meeste leerlingen zijn de eerste 10 minuten van les 3 hun eerste kennismaking met het concept biodiversiteit. Uit de beschrijving van projectles 1 en 2 hierboven en uit de klassikale instructie van de docent blijkt dat het concept nieuw is voor de leerlingen. De docent tracht welwillend en goedbedoelend de opgelopen achterstand in te halen. Mogelijk kunnen de opdrachten 3.1 t/m 3.4 in 40 minuten worden gemaakt door 4 vwo'ers die goed zijn ingevoerd in het onderwerp, maar waarschijnlijk niet door leerlingen die, zoals het grootste deel van de klas, het concept biodiversiteit voor het eerst zien.

Het valt op dat de geobserveerde groepen 'Gaswinning' (groep 1) en 'Visserij' (groep 2) beter presteren dan de andere groepen. De protocollen van projectles 3 laten zien dat er in deze les slechts weinig interventies van de onderzoekers zijn geweest. Bij opdracht 3.2 zijn zelfs in het geheel geen interventies geweest, ook niet van de docent. Een aannemelijke verklaring voor het beter presteren op deze onderdelen is de samenstelling en selectie door de docent van deze twee

groepen voor observatie. 'Gaswinning' en 'Visserij' bestaan immers niet uit willekeurige leerlingen, maar uit leerlingen waarvan de docent een hogere dan gemiddelde verwachting heeft ten aanzien van prestaties en mondigheid. Mogelijk een factor van betekenis is ook dat deze leerlingen zich door de onderzoekers in de gaten gehouden voelden en daardoor beter hun best deden, en/of zich beter bewust waren van het hoofdthema van het project: biodiversiteit, en niet 'de Wadden', 'toerisme', of 'gaswinning'.

Er waren wel andere groepen die zowel in de werkmappen als uiteindelijk in hun werkstukken en presentaties de gewenste werkhouding lieten zien en tot acceptabele resultaten kwamen die echter voor de OLSspecifieke leerdoelen minder relevant waren. Deze leerlingen hebben veel inzet getoond en waarschijnlijk veel geleerd, maar zij hebben zich veel minder op het concept biodiversiteit geconcentreerd dan de leerlingen van 'Gaswinning' en 'Visserij'. De sturing van het lesmateriaal en de klassikale sturing van de docent waren voor de meeste leerlingen ontoereikend om van het gebruik van de werkdefinitie van biodiversiteit een hoofdactiviteit te maken. Bij het groepswerk was sturing van de docent nodig, gericht op de specifieke vragen die met de thema's van de groepen samenhingen, om tot resultaten te komen. In projectles 3 waren noch de groepen, noch de docent zover.

Vanaf projectles 3 zijn leerlingendialogen over het concept biodiversiteit vastgelegd die voor de ontwikkeling van een adequate OLS in de tweede en derde casestudie van belang zijn geweest. Leerlingen gaan binnen hun groep de betekenis van het concept biodiversiteit voor het thema van hun groep bespreken en zij doen pogingen om met behulp van de werkdefinitie hun eigen definities te formuleren.

De activiteiten worden in projectles 3 gestuurd door klassikale instructie en schriftelijke opdrachten. De leerlingen worden niet probleemstellend gemotiveerd voor het gebruiken van de werkdefinitie. Dat er desondanks een begin is gemaakt met het implementeren van de probleemstellende benadering in de OLS, blijkt uit de fragmenten van leerlingendialogen uit projectles 3 die hierna worden besproken. Leerlingen hebben aan de hand van opdracht 3.1 het onderwerp van hun onderzoek ingeperkt tot het thema van de groep. Vervolgens wordt in opdracht 3.2 gesteld dat het concept biodiversiteit eveneens moet worden ingeperkt. De vraag wat het concept biodiversiteit betekent voor het thema van de groep wordt dus niet probleemstellend opgeroepen, maar aan de leerlingen voorgelegd.

Groep 1 'Gaswinning' laat tijdens het werken aan opdracht 3 het type dialoog zien dat van OLA 1.3b werd verwacht. De leerlingen verbinden het concept biodiversiteit aan het thema 'gaswinning' en ontdekken dan dat zij de betekenis van het concept inderdaad moeten onderzoeken zoals door opdracht 3 wordt gesteld. In het volgende fragment zijn de leerlingen een definitie van biodiversiteit aan het formuleren en toepassen.

[1:3.G1.4]

Marco:	Dus het onderwerp van het bronnenonderzoek is: eh… informatie geven, ja, informatie geven wat de…wat de gaswinning…
Rolf:	Nee, maar je moet het ook duidelijk uitleggen, wat biodiversiteit met gaswinning te maken heeft.
Floris:	Nee, je moet: "het onderwerp van ons bronnenonderzoek is:…"

Marco:	Het onderwerp is gaswinning.
Rolf:	De relatie tussen gaswinning en biodiversiteit.
Marco:	Ja, de relatie tussen biodiversiteit en gaswinning.
Floris:	Ja.
Fred:	Ja, nee, sowieso een relatie… nee, de relatie tussen natuur en eh…
Rolf:	Nee, biodiversiteit.
Marco:	Ja, klopt.
Floris:	Verschillende soorten dieren.
Fred:	Misschien verandert de samenstelling niet, maar wel eh… bijvoorbeeld dat er eh… minder planten [zijn][5] en het minder vruchtbaar is.

Tijdens de pogingen van de leerlingengroep 'Gaswinning' om te omschrijven waar hun bronnenonderzoek voor de brochure over moet gaan, maken zij een begin met het formuleren van een definitie van het concept biodiversiteit (Floris, laatste citaat), en het toepassen van de definitie (Fred, laatste citaat).

In de werkmappen van deze vier leerlingen staan uiteindelijk zinvolle antwoorden bij opdracht 3, zoals blijkt uit het volgende fragment. In dit fragment worden de volgende afkortingen gebruikt voor de componenten van de werkdefinitie: biologische eenheden (B), verscheidenheid (V), ruimte (R) en tijd (T).

[1:3.L/AL1.5]
Opdracht 3.1b Het onderwerp van het bronnenonderzoek van onze groep is:
De relatie tussen biodiversiteit en gaswinning.

Opdracht 3.2b …de biodiversiteit waar het bronnenonderzoek van onze groep over gaat:
B: ecosystemen, niet te veel op individuen ingaan
V: beide, weten nog niet waarop gaswinning invloed zal hebben
R: gaswinningsplaatsen
T: gaswinning is er niet altijd geweest, er zouden veranderingen kunnen komen als ze gaan boren.

De leerlingen ontdekken door middel van het bronnenonderzoek dat om gaswinning in de Waddenzee mogelijk te maken, proefboringen noodzakelijk zijn. De proefboringen vinden plaats vanaf een ponton of hefeiland en zullen twee maanden duren. Na plaatsbepaling van de gasvelden zal de feitelijke gaswinning plaatsvinden vanaf het vasteland. Met name de proefboringen veroorzaken verstoringen, met verschillende effecten op verschillende diersoorten. Over de mate waarin die verstoringen optreden is discussie tussen de verschillende belanghebbenden. Later in de lessenreeks, in het brochurehoofdstuk van deze groep, gaan de leerlingen in op de vraag of gaswinning in de Waddenzee economisch noodzakelijk is, en op de technische aspecten van de proefboringen. Met kaarten en grafieken laten zij zien met welke afstanden het aantal decibels afneemt en welke soorten dieren (populaties) last hebben van het geluid. Hoewel deze leerlingen de werkdefinitie als heuristiek hebben gebruikt om zich op hun thema te oriënteren, zie hun antwoorden op opdracht 3.2b hierboven, en op diverse momenten tijdens de lessen nog over biodiversiteit discussiëren, is het concept biodiversiteit in het werkstuk niet met behulp van de werkdefinitie uitgewerkt. Het concept komt wel voor in de inleiding en de vraagstelling, maar is

5 Niet cursief gedrukte tekst tussen haken '[ ]' zijn triviale aanvullingen op de spreektaal, of inter-pretaties van een slecht verstaanbaar gedeelte van de geluidsopname, in beperkte mate toegepast waar dit voor de leesbaarheid noodzakelijk werd geacht.

niet gedefinieerd en speelt nauwelijks een rol in het betoog en de conclusie. De leerlingen maken op die plaatsen in de tekst waar zij het concept biodiversiteit hadden kunnen gebruiken, gebruik van de concepten soort en natuur.

In de dialogen die tijdens projectles 3 plaatsvinden, is terug te vinden dat leerlingen verbanden leggen tussen het concept biodiversiteit en hun voorkennis, zoals blijkt uit het volgende fragment.

[1:3.G1.6]

Marco:	Ja, hallo! Biodiversiteit is dus wel te algemeen: [leest nu de tekst van Opdracht 3.2 hardop][6] "Ook wat biodiversiteit betreft doet je groep een deelonderzoek. Dit houdt in dat biodiversiteit onderwerp te algemeen is."
Rolf:	Nee, we hebben het over biodiversiteit.
Marco:	Ja, dat zeg ik net.
Rolf:	Ja, oké, of diertjes last ondervinden van gaswinning.
Floris:	Ja, en planten, organismen.
Fred:	Ja, denk eens na! We snappen toch allemaal wat biodiversiteit is!
Rolf:	Nee, er staat toch in de tekst dat het te algemeen is.
Marco:	Organismen gewoon hoor.
Rolf:	Ja.
Floris:	Ja, ook diertjes en planten.
Fred:	Ja, ook planten!
Rolf:	Dat zijn toch organismen!
Marco:	Ik vind het niet te algemeen hoor.
Rolf:	Verscheidenheid van organismen.
Marco:	Ja, maar dat is toch hetzelfde als biodiversiteit?
Fred:	Ja!
Rolf:	Ja, oké, [leest hulpvraag hardop] "Over welke biologische eenheden gaan jullie het hebben?"
Floris:	[lacht]
Rolf:	Nee, nou effe serieus! "Over welke biologische eenheden gaan jullie het hebben? Een aantal mogelijkheden zijn: ecosystemen, soorten of genen."
Marco:	Ecosystemen.
Fred:	Ja, ecosystemen. Want natuur moet natuurlijk zo algemeen mogelijk, niet alleen maar op één onderwerp ingaan.
Marco:	Ja, ecosystemen. Waar kan je dat opschrijven?
Rolf:	Bij 'B': ecosystemen [noteert 'ecosystemen achter de 'B' (onderdelen V, B, R, T van de werkdefinitie, zie lesmateriaal) bij opdracht 3.2].

In de onderzoeksvraag van 'Gaswinning' (opdracht 3.3b) wordt vervolgens niet het concept biodiversiteit gebruikt, maar het concept ecosysteem. Het volgende fragment laat dit zien.

[1:3.L/AL1.7]
Opdracht 3.3b Onderzoeksvraag:
Wat gebeurt er met het ecosysteem als er boringen plaatsvinden?

6 Cursief gedrukte tekst tussen haken '[ ]' zijn aanvullingen ter verduidelijking van de verbale en non-verbale handelingen die plaatsvinden binnen een protocolfragment. Aangezien de protocollen de belangrijkste data vormen voor de evaluatie en ontwikkeling van de onderwijsleerstrategie zijn deze aanvullingen niet triviaal. Het gaat immers om interpretaties van de handelingen van leerlingen waaruit hun onderwijsleeractiviteiten zijn opgebouwd. Deze non-triviale aanvullingen zijn daarom nauwkeurig en herkenbaar in cursief onderscheiden van de triviale, niet cursief gedrukte aanvullingen in de protocollen, en slechts in beperkte mate toegepast, namelijk op plaatsen waar dit voor de leesbaarheid, en dus voor de navolgbaarheid van de interpretaties noodzakelijk werd geacht. Zie ook hoofdstuk2 en § 4.2.2.

Dit is voor een reeks biologielessen over het Waddengebied een bruikbare onderzoeksvraag. Bezien vanuit de doelstellingen van de OLS (ontwerpcriterium 3, leerdoel 3; zie § 4.2) zou deze vraag echter over biodiversiteit moeten gaan. Na afloop van de lessenreeks zijn de leerlingendialogen vergeleken met de uitspraken van leerlingen in hun werkbladen, werkstukken en presentaties. Uit deze vergelijking bleek dat de werkdefinitie en de hulpvragen bij het bronnenonderzoek niet ten volle zijn benut. Deze conclusie wordt geïllustreerd door bovenstaande dialoog [1:3.G1.6]. De leerlingen van de groep Gaswinning schakelen biodiversiteit gelijk met 'dieren en planten' (Floris) en 'natuur' (Fred). Vervolgens stappen zij over op het gebruik van het concept ecosysteem, een concept waarvan zij waarschijnlijk de betekenis beter kennen (Marco en Rolf in fragment [1:3. G1.6] hierboven). Hoewel uit de verschillende gegevensbronnen blijkt dat leerlingen desgevraagd (opdracht 3) pogingen doen om het concept biodiversiteit te definiëren en de werkdefinitie en hulpvragen te gebruiken, worden daar verderop in de lessenreeks geen aanwijzingen meer voor gevonden. Waarschijnlijk zien de leerlingen het nut en de noodzaak niet in van het specificeren van het concept biodiversiteit. Daardoor passen zij de werkdefinitie niet toe in de tekst voor de brochure of in de presentatie. In tekstgedeelten waarin het concept biodiversiteit gebruikt had kunnen worden, gebruiken de leerlingen concepten die hen meer vertrouwd zijn. Het lesmateriaal heeft de leerlingen het nut van de werkdefinitie dus niet doen inzien.

Net als de meeste andere groepen kreeg ook 'Gaswinning' opdracht 2.1 in projectles 2 niet af. In projectles 3 wordt vraag 3.3 op advies van de docent overgeslagen, omdat de tijd opnieuw dringt. In de werkmappen van 'Gaswinning' staat wel de korte onderzoeksvraag over ecosystemen, maar bij vier van de acht groepen ontbreekt de onderzoeksvraag geheel. Deze groepen maken deelvragen bij vraag 3.4 zonder een hoofdvraag te hebben geformuleerd. Vervolgens maken zij een taakverdeling, die van belang is om met het bronnenonderzoek te kunnen beginnen. Het is niet waargenomen dat de leerlingen een hoofdvraag hebben gemist. In het evaluatiegesprek is hier navraag naar gedaan. Een leerlinge legt uit dat zij gewend is met tussenkopjes te werken. In plaats van een hoofdvraag en deelvragen te stellen, verdeelt zij een onderwerp liever in deelonderwerpen die zij tussenkopjes noemt. Vervolgens schrijft zij de gevonden informatie daar direct onder. De leerlingen in deze klas hebben vorig jaar met dezelfde docent een project over milieu gedaan waarbij aandacht werd besteed aan onderzoeksvragen.

Klassikaal besteedt de docent aandacht aan het concept biodiversiteit (OLA 1.3a). De boodschap is dat het concept biodiversiteit belangrijk is voor het project, dat wil zeggen de lessen over de biodiversiteit van het Waddengebied naast de theorielessen over Thema 1 en 7 van *Biologie voor jou*. Hij komt terug op de gastles, illustreert met vogelschedels wat variatie inhoudt en houdt een vraaggesprek over de betekenis van het concept biodiversiteit. Uit dit klassengesprek blijk alleen dat de leerlingen weinig kennis hebben van de betekenis van het concept, maar hun kennis wordt niet aangevuld. Er is weinig tijd. De docent weet dat de opdrachten voor projectles 3 vier maal 10 minuten zullen kosten en hij moet nog groepen maken en de leerlingen vertellen wat zij moeten gaan doen. De docent stelt klassikaal de vraag of de leerlingen thuis de tekst met toelichting op de werkdefinitie hebben gelezen. Meer aandacht besteedt hij op dit moment niet aan de werkdefinitie. Wat niet aan de orde komt in het klassengesprek is in welke situaties de leerlingen de werkdefinitie goed zouden kunnen gebruiken, dus bij welke activiteiten en om welk probleem

op te lossen. Met andere worden, de leerlingen weten op het moment dat zij aan opdracht 3 beginnen nog niet waarvoor de werkdefinitie is bedoeld. Opdracht 3 levert wat discussie op over de betekenis van concept biodiversiteit, waarbij sommige leerlingen pogingen doen het concept biodiversiteit te definiëren en toe te passen. Niet alle groepen hebben deze activiteiten uitgevoerd. De resultaten van de groepen die opdracht 3 [OLA 1.3b] hebben uitgevoerd zijn matig. Er is geen controle op deze activiteiten en de resultaten van leerlingen worden tijdens projectles 3 niet gecorrigeerd.

Het bronnenonderzoek (OLA 1.4a en 4b) en het schrijven van de brochure (OLA 1.4c) geven de leerlingen geen aanleiding om dieper na te denken over het concept biodiversiteit. In het evaluatiegesprek laten de leerlingen weten dat zij projectles 2 en 3 als een omweg hebben ervaren. De tekst in de werkmap is te moeilijk, er staan te veel onbekende termen in en de tekst is te lang. De leerlingen van de groep 'Gaswinning' hebben er nauwelijks naar gekeken. Liever waren ze na de gastles direct aan de slag gegaan met het bronnenonderzoek. Toch lijken les 2 en 3, en mogelijk ook les 1, de zoekacties van de leerlingen wel in enige mate te hebben beïnvloed. Het werkstuk over gaswinning is niet uitsluitend een technisch en/of economisch verhaal geworden, maar gaat in elk geval over de invloed van proefboringen op de natuur.

Ingrid van de groep 'Visserij' stelt de onderzoeker vaker vragen dan de leerlingen van groep 'Gaswinning'. Het voordeel daarvan is dat er een beeld ontstaat van dialogen die met meer ondersteuning zouden kunnen ontstaan. In het volgende fragment is te zien dat de leerlingen worden geholpen door de onderzoeker. De leerlingen doen zelf het werk, maar de onderzoeker beoordeelt nu en dan hun antwoorden. Mogelijk mede daardoor krijgen de leerlingen van 'Visserij' in projectles 3 meer vertrouwen in de kans op welslagen van de opdracht dan zij met minder ondersteuning zouden hebben gehad en gaan zij, zoals beoogd in de OLS, hardop nadenken en discussiëren over de betekenis van het concept biodiversiteit.

[1:3.G2.8]

Sietske:	[leest hulpvraag van Opdracht 3.1a uit werkmap hardop] "Kun je het onderwerp goed afbakenen?"
Ingrid:	Samenwerking tussen visserij en biodiversiteit.
Karin:	Zullen we dat gewoon doen?
Sietske:	Niet algemeen visserij, maar je moet een bepaald onderwerp ervan maken.
Ingrid:	Visserij op de Wadden.
Karin:	Wat die voor invloed heeft op de biodiversiteit.
Ingrid:	Welke invloed heeft de visserij op de biodiversiteit van de Wadden? ...voor de biodiversiteit op de Wadden.
Karin:	Dan wordt het gelijk een onderzoeksvraag.
Ingrid:	Is dat goed? (naar onderzoeker)
Ond.:	Er staan nog meer opdrachten achter. Ik ga daar niet bij helpen. Ik ga alleen straks even kijken of het goed genoeg is om door te gaan met het onderzoek. Maar nou moeten jullie het nog zelf overleggen.
Ingrid:	Wat is de invloed van visserij... [schrijft dit op] [korte stilte]
Sietske:	Biodiversiteit...
Ingrid:	Wat is de invloed van visserij voor de biodiversiteit op de Waddeneilanden?
Sietske:	Van de Waddenzéé.
Karin:	Is het nou goed ingeperkt?
Sietske:	Biodiversiteit van de Waddeneilanden? Die vissen leven toch in zee? Het gaat toch over de

	biodiversiteit van de zee.
Ingrid:	Op de Wadden, we doen het gewoon op de Wadden.
Sietske:	Nou, daar weet je het antwoord eigenlijk al op. Ik denk dat ik daar het antwoord wel op weet. De biodiversiteit wordt dan toch kleiner? Als die zee helemaal leeg gevist wordt van de haring is er gelijk een soort minder.

De leerlingen van de groep 'Visserij' verbinden in dit fragment het concept biodiversiteit met het thema gaswinning, doordat opdracht 3.1 daar om vraagt. De leerlingen bespreken het verband tussen het thema van de groep en het concept biodiversiteit. Evenals bij groep 'Gaswinning' doen zij een poging de definitie te preciseren en toe te passen. De leerlingen bespreken de onderdelen van de werkdefinitie.

De docent geeft in projectles 3 alle groepen ondersteuning bij opdracht 3. In de nagesprekken gaf hij aan dat dit zijn favoriete manier van doceren is, maar ook de meest hectische. Hij probeert inderdaad overal tegelijk te zijn en niemand te kort te doen. Veel vragen geven aanleiding tot verdieping van wat er in de gastles over de Wadden aan de orde is geweest. De docent heeft de Wadden regelmatig bezocht en weet er veel over te vertellen. Uit de protocollen blijkt steeds dat de docent goed geïnformeerd is over de inhoud en het belang van het concept biodiversiteit voor het onderzoek. Iedere keer vestigt hij de aandacht van de leerlingen daarop en helpt hen bij het formuleren van een eigen definitie aan de hand van de 'variabelen' van de werkdefinitie, zonder hen het denkwerk helemaal uit handen te nemen. Niet een gebrek aan de inzet van de docent of de inhoud van zijn interventies hebben geleid tot een betrekkelijk matige uitvoering van OLA 1.3b, maar de beperkte hoeveelheid tijd die voor de opdrachten werd gepland en het feit dat de docent niet bij acht groepen tegelijk aanwezig kon zijn, dus de omvang van de klas.

In het volgende fragment staat de docent bij de tafel van groep 2 'Visserij' om de discussie over biologische eenheden (B) en verscheidenheid (V) verder te helpen.

[1:3.K.9]

Docent:	Het is niet alleen maar belangrijk dat er veel verschillende soorten voorkomen, maar ook veel van dezelfde soort. Want in een dierentuin bijvoorbeeld zitten ontzettend veel verschillende soorten, maar is de biodiversiteit daar nou zo groot?
Ingrid:	Nee, want er zijn maar heel weinig dieren per soort.

De docent vertelt dat de Waddenzee een 'kraamkamer' is, een broedplaats voor vissen die ook in de Noordzee voorkomen. Het gesprek gaat ook over de periode (T) waarin naar veranderingen in aantallen soorten en aantallen individuen per soort moet worden gekeken. De docent heeft het in dat verband over "tientallen jaren". Ingrid probeert steeds de discussie samen te vatten en maakt aantekeningen in haar werkmap. Nadat de docent heeft geconstateerd dat de leerlingen zelfstandig met het gesprek verder kunnen en naar een andere groep is gelopen, bespreekt de groep 'Visserij' het onderdeel verscheidenheid (V) van de werkdefinitie. Dit moment is gedocumenteerd in het volgende fragment.

[1:3.G2.10]

Ingrid:	Oké, we zijn bij "V".
Karin:	Dat is gewoon 'allebei'. [zie hulpvragen, frament I:3.L.2]
Ingrid:	Waarom?
Karin:	Waarom? Nou omdat de soortenbiodiversiteit groot is als er veel van dezelfde soort zijn, maar ook veel verschillende soorten.
Ingrid:	Omdat het niet uitmaakt of er veel verschillende soorten zijn. Er moeten ook...
Karin:	Jawel, er moeten veel verschillende soorten zijn.
Sietske:	Ja, er moeten veel verschillende, maar ook veel dezelfde zijn, want als er maar één haring is gaat hij dood. En dan moet je nieuwe haringen hebben voor de voortplanting. Allebei.
Ingrid:	Wat moet ik opschrijven?
Karin:	Allebei.

Dit fragment toont het type dialoog dat beoogd werd met OLS 1 in de eerste casestudie (OLA 1.3b). Het concept 'soortenbiodiversiteit' [1:3.G2.10] is door Karin bedacht tijdens de dialoog. Als het concept 'soortenbiodiversiteit' zou zijn overgenomen door de rest van de groep 'Visserij' zou het misschien een centrale plaats hebben gekregen in de vraagstelling en conclusie van het hoofdstuk 'Visserij' voor de brochure. Evenals bij 'Gaswinning' is in het werkstuk en de presentatie van 'Visserij' wel enige effect merkbaar van les 2 en 3. Maar het bronnenonderzoek geeft te weinig aanleiding om het concept biodiversiteit verder uit te werken. Het concept raakt uiteindelijk ook bij 'Visserij' in de drukte van het bronnenonderzoek buiten beeld en wordt vervangen door andere, meer vertrouwde concepten, of concepten die de leerlingen in de bronnen tegenkomen.

In haar werkmap noteert Ingrid als conclusie van de discussie een omschrijving van biodiversiteit bij opdracht 3.2b (het antwoord van de leerling is cursief).

[1:3.L/AL2.11]
Opdracht 3.2b (…) de biodiversiteit waar het bronnenonderzoek van onze groep over gaat:
Het aantal vissoorten (+ individuen) in de Waddenzee op plaatsen waar veel voedsel en schoon water is diep genoeg voor visvangst van jaar tot jaar bekeken.

Geleid door de opdracht hebben de leerlingen van de groep 'Visserij' een preciserende definitie van biodiversiteit geformuleerd die relevant is voor hun thema. Het is opvallend dat zij deze definitie niet toepassen in hun brochuretekst. Waarschijnlijk mede door de gastles en de uitleg van de docent verbinden de leerlingen zich aan het thema 'Waddenzee' en interesseren zij zich voor de vraag welke invloed menselijke activiteiten hebben op de *natuur* van het Waddengebied. Zij vullen voor het concept natuur echter niet hun eigen preciserende definitie van het concept biodiversiteit in wanneer zij hun brochuretekst schrijven of hun presentatie houden. Mogelijk voelen de leerling zich meer betrokken bij de onderwijsleercontext dan bij het concept biodiversiteit. Groep 2 accepteert behalve het hoofdonderwerp ook het deelonderwerp 'Visserij' als thema, dat zij evenmin als het hoofdonderwerp zelf hebben gekozen. Niet alle leerlingen accepteerden direct het hen toegewezen deelonderwerp. De leerlingen van groep 'Kustbeheer' voelden zich benadeeld door het hen toegewezen thema. Het duurde voor die leerlingen langer voordat zij gemotiveerd aan het werk waren. Toch zijn ook de leerlingen van 'Kustbeheer' na les 3 aan het werk met bronnenonderzoek en zij maken een uitstekende brochuretekst. Het gaat de leerlingen meer om de activiteiten, het samenwerken, hun eigen taak, de resultaten en producten die van hen verwacht worden, dan om de concepten die daarbij worden toegepast. Het einddoel

hebben zij na les 3 goed voor ogen: het schrijven en presenteren van een brochurehoofdstuk, een tekst met afbeeldingen over het deelonderwerp van de groep. De brochure is bedoeld voor het informeren van toeristen over de biodiversiteit van het Waddengebied. Zij zijn gericht op dit einddoel, de onderwijsleercontext is voldoende motiverend, maar ervaren daarbij niet de noodzaak het concept biodiversiteit te preciseren en toe te passen. Ook niet nadat de leerlingen van de groep 'Visserij' zich individueel in het thema hebben verdiept en informatie gaan zoeken over het verdwijnen van de kokkels en de schade die een boomkor aan de bodem veroorzaakt. Het verband met het concept biodiversiteit lijkt nu voor de hand te liggen, maar de leerlingen van de groep 'Visserij' kiezen daar niet uit zichzelf voor, evenmin als de leerlingen van de groep 'Gaswinning'.

Behalve onvoldoende motiverend was [OLA 1.3b] waarschijnlijk ook te moeilijk. Uit het volgende fragment uit het evaluatiegesprek met de leerlingen van de groep 'Gaswinning' blijkt dat de leerlingen het toepassen van de werkdefinitie (OLA 1.3b, ontwerpcriterium 3 en leerdoel 3) moeilijk vonden.

[1:3.G1.12]

Marco:	Er staan ineens allemaal formules bij. En hier staat "tijdsinterval"…

[1:6.EL.13]

Floris:	Hoeveel lessen hebben we nou gehad?
Fred:	Vier of vijf. Vier denk ik.
Ond.:	Ja, dat ligt eraan hoe je het rekent. Als je de gastles meerekent, van Piet van Tienen.
Marco:	Nee.
Ond.:	Die reken je niet mee?
Marco:	Nee, wat, ja, het ging meer, ja het ging wel d'r over, maar je hebt er niet, ja, je hebt er wel wat van geleerd, maar je had er niets aan voor het project. Ja, je had er wel wat aan, maar je hebt niet aan je project kunnen werken.
Ond.:	Je had ook zonder die gastles het project kunnen doen volgens jou?
Fred:	Nee, maar je kon niet aan het project beginnen.
Marco:	Je had geen les om je project eh…
Floris:	Het was wel een nuttige inleiding, beter als dat boekje. Dat vond ik eh…
Ond.:	Boekje vond je niet zo goed, hè? Dat heb je al eerder gezegd. Kun je precies uitleggen wat je daarvan vond?
Floris:	Ja, ik bedoel. Dan kreeg je van die vragen…
Fred:	Je moest zo veel lezen!
Rolf:	Die opdrachten sloegen nergens op. […]
Rolf:	Die vraag bij die letters, die verschillende letters, zo'n formule, en dan kon je kijken wat daar biodiversiteit was. Dat was niet te beantwoorden bij gaswinning.

In de eerste casestudie is getracht het onderwijsleerproces voornamelijk met schriftelijke opdrachten te sturen. Er werd geen scenario gebruikt voor de activiteiten van de docent. De gastdocent en de biologiedocent hadden in OLS 1 daardoor veel handelingsvrijheid. Dit was op zichzelf een aandachtspunt voor de volgende casestudie. Bij het ontwerpen van de opdrachten zijn bovendien inschattingsfouten gemaakt. De teksten voor de introductie van de onderwijsleercontext [OLA 1.1c] en de toelichting op de werkdefinitie [OLA 1.2c] waren niet geschikt voor huiswerk, ze waren te lang en te moeilijk doordat te veel nieuwe concepten werden geïntroduceerd. De opdrachten in les 2 [OLA 1.2a] en de opdrachten in les 3 [OLA 1.3b] waren te moeilijk en sloten te

weinig aan bij de voorkennis van leerlingen, mede doordat de voorbereidende OLA's niet werden uitgevoerd. De ingreep om het onderwijsleergesprek van les 2 [OLA 1.2b] voort te zetten in les 3 was onvoldoende om opdracht 3 [OLA 1.3b] alsnog te laten slagen, doordat de extra tijd die dat kostte druk zette op de rest van de les.

Projectles 4

Aan het begin van projectles 4 komen de leerlingen van 'Gaswinning' er achter dat wat zij hebben opgeschreven in de werkmap bij opdracht 3.4, de deelvragen, nog onvoldoende is om deze les het bronnenonderzoek mee te starten. De leerlingen formuleren daarom alsnog deelvragen en maken een taakverdeling.

[1:4.G1.14]

Marco:	Waardoor wordt het ecosysteem aangetast?
Fred:	Door die gaswinning.
Marco:	Nee, ja, maar waardoor?
Rolf:	Nee, dat is gewoon goed.
Marco:	De geluiden? De vervuiling?
Fred:	Ja, door de gaswinning.
Marco:	Nee, maar gaswinning…
Fred:	Ja, door het lawaai, door de boringen.
Rolf:	Ja, dat moeten we nog uitzoeken, ja?
Fred:	Dat gaan we uitzoeken! Aan de slag!
Floris:	Juist.
Marco:	Ja, maar hallo! Fred, die deelonderzoeksvragen hebben we nog helemaal niet.
Fred:	Jawel, de gevolgen!
Marco:	Ja, waar dan?
Rolf:	Hier, deelonderzoeksvragen.
Floris:	Ik ga de plaatsen onderzoeken.
Marco:	Ja, en deze?
Rolf:	Biodiversiteit op gaswinplaatsen.

De leerlingen van de groep 'Gaswinning' gaan hierna uit elkaar en beginnen elk met hun eigen taak aan het bronnenonderzoek. Blijkbaar zijn zij het in dit korte overleg eens geworden over de taakverdeling. In de werkmappen van alle vier de leerlingen staan drie deelvragen.

[1:4.AL1.15]

Opdracht 3.4 Deelonderzoeksvragen
1) Gaswinplaatsen
2) Biodiversiteit nu op gaswinplaats en na gaswinning
3) Is gaswinning daar nodig?

Het restant van projectles 4 wordt zowel door de groep 'Gaswinning' als door de groep 'Visserij' besteed aan bronnenonderzoek. Ook in de daarop volgende drie projectlessen, inclusief een ingelaste extra projectles, wordt voornamelijk aan het verzamelen van informatie gewerkt. Tijdens deze lessen worden geschikte teksten gezocht. De schriftelijke bronnen die zijn klaargelegd in het lokaal worden het meest geraadpleegd. De lestijd wordt gebruikt om te kopiëren, zodat de teksten mee naar huis genomen kunnen worden. Er zijn twee pc's beschikbaar voor het raadplegen van de cd-rom "De Vleet" en internet. Pagina's van de cd-rom en webpagina's worden geprint en mee naar huis genomen. In de les wordt weinig gelezen en weinig gepraat. De docent loopt rond om

alle leerlingen die daarom vragen te helpen. De vragen van de leerlingen aan de docent zijn meer dan in les 2 en 3 van praktische aard: een vastlopende cd-rom, papier voor het kopieerapparaat, een bron die op de lijst staat, maar niet kan worden gevonden.

De meeste leerlingen gaan in projectles 4 zo snel mogelijk met hun deelvragen en individuele taken aan het werk. Vergelijkbaar met de leerlingen van de groep 'Gaswinning' begint vrijwel de hele klas met het raadplegen van de bronnen. In de groep 'Visserij' vinden in projectles 4 echter nog gesprekken plaats over de betekenis van 'biodiversiteit'. Afke was projectles 3 absent. Zij moet worden bijgepraat. De noodzaak om de antwoorden van opdracht 3 aan een andere leerling uit te leggen draagt er mogelijk toe bij dat de leerlingen beseffen dat zij de onderzoeksvraag en deelvragen nog onduidelijk vinden. Aan het begin van hun bronnenonderzoek [OLA 1.4a] zorgt dit voor problemen bij de taakverdeling en dit brengt de leerlingen terug bij hun antwoorden op opdracht 3 [OLA 1.3b], namelijk het deelonderwerp, de preciserende definitie van biodiversiteit, de onderzoeksvraag en de deelvragen. De leerlingen van groep 'Visserij' besteden projectles 4 vrijwel geheel aan een gesprek over opdracht 3. Het concept biodiversiteit komt daarbij aan de orde. Bij de evaluatie van OLS 1 is dit gesprek een belangrijke bron van informatie geweest; zie de fragmenten [1:3.G2.16] en [1:3.G2.17] hierna.

De leerlingen van 'Visserij' vragen zich af of er ook aandacht besteed moet worden aan twee aan visserij gerelateerde onderwerpen, namelijk 'vogels' en 'recreatie'. Vogels eten vissen, en als biodiversiteit van de vissen afneemt, dan neemt misschien ook de vogeldiversiteit af. Een ander probleem waar de leerlingen tegenaan lopen, is dat de brochure uiteindelijk voor toeristen moet worden geschreven. Hoe moet worden omgegaan met vogels en toeristen in het hoofdstuk over visserij, als er al een groep 'Vogels' en een groep 'Recreatie' is?

De oplossing van de leerlingen van 'Visserij' is om het onderwerp van hun hoofdstuk verder in te perken. Gezien vanuit de doelstelling 'leren verrichten van zelfstandig onderzoek' is dat wenselijk. Gezien vanuit de doelstelling 'wendbaar leren hanteren van het concept biodiversiteit' is het juist niet wenselijk om uitsluitend naar de effecten van visserij op de visstand te kijken.

Hier komt een ontwerpfout aan het licht. De leerlingen specialiseren zich zoals verwacht in hun thema. Zij maken zich vertrouwd met het hen toegewezen deelonderwerp. Om tot een werkbare taakverdeling voor het bronnenonderzoek te komen, wordt zoals gepland een behoefte tot het inperken van het deelonderwerp opgeroepen bij de leerlingen van de groep 'Visserij'. De verwachting bij het ontwerpen van OLS 1 was dat het concept biodiversiteit dusdanig aan het onderwerp gerelateerd zou zijn, dat een inperking van het deelonderwerp tevens de behoefte zou oproepen tot het toepassen van de werkdefinitie van het concept biodiversiteit om een nieuwe preciserende definitie te formuleren (recontextualiseren). De leerlingen hanteren de vier componenten van de werkdefinitie echter niet op de geplande manier.

In de tekst voor projectles 3 en in opdracht 3 wordt de werkdefinitie van het concept biodiversiteit behalve als heuristiek voor het formuleren van een preciserende definitie ook aangereikt als hulpmiddel voor het inperken van het onderwerp en het formuleren van een onderzoeksvraag en deelvragen. Het onderscheid tussen concept en context, tussen enerzijds het concept

biodiversiteit en anderzijds de onderwijsleercontext 'toeristen informeren over de biodiversiteit van het Waddengebied' wordt in het lesmateriaal onvoldoende gemaakt. De achteraf gezien logische reactie van de leerlingen is om ook biodiversiteit als onderwerp in te perken tot een deelonderwerp, en alleen naar hun onderdeel van de biodiversiteit te kijken: vissen, dat wil zeggen aantallen vissoorten en aantallen vissen per soort. Doordat het thema 'de biodiversiteit van de Wadden' in subthema's wordt verdeeld, en de subthema's weer verdeeld worden in een deelonderwerp per leerling, versnippert het onderwerp biodiversiteit voor de groep 'Visserij'. De ecologische relatie tussen vogels en vissen is lastig, want er is al een groep 'Vogels' en de leerlingen van 'Visserij' willen zich niet met hun onderwerp bemoeien. Zo raakt het concept biodiversiteit eerder buiten beeld dan dat de gewenste betekenis van het concept wordt ontwikkeld. De invloed van de visstand op de biodiversiteit van het Waddengebied – analoog daaraan: de invloed van proefboringen voor gaswinning op de biodiversiteit van het Waddengebied – is immers pas te begrijpen vanuit ecologische relaties tussen soorten. Preciseren van het concept biodiversiteit voor een deelonderwerp binnen het onderwerp 'biodiversiteit van het Waddengebied' leidt niet tot de gewenste begripsontwikkeling.

De leerlingen van de groep 'Visserij' hebben aan het einde van projectles 3 bij opdracht 3.4 deelvragen opgeschreven. Ingrid stelt aan het begin van projectles 4 voor om te bespreken wie welke vraag gaat doen. Ingrid legt de definitie van biodiversiteit uit aan Afke, die vorige les absent was. Over de hoofdvraag is Ingrid wel tevreden, maar ze vindt dat er bij de definitie nog geen goed antwoord staat voor 'tijd' (T). Afke vraagt zich af waarom er 'allebei' staat bij 'verscheidenheid' (V).

[1:3.G2.16]

Afke:	Waarom staat er 'allebei'?
Ingrid:	Het is allebei van belang, want als je het aantal eenheden per oppervlakte bekijkt: het aantal verschillende soorten is belangrijk, maar ook de hoeveelheid per soort. Want als je van iedere soort maar één hebt, is hij zo uitgestorven. En als je maar twee soorten hebt dan is het ook raar.

Uit fragment [1:3.G2.16] blijkt dat Ingrid nu begrijpt waar het om gaat. In fragment [1:3.G2.10] hierboven stelde Ingrid de vraag de Afke nu stelt: "Waarom allebei?" Karin legde, kennelijk met succes, aan Ingrid uit: "Omdat de soortenbiodiversiteit groot is als er veel van dezelfde soort zijn, maar ook veel verschillende soorten." Nu stelt Afke, die door ziekteverzuim achterloopt, in fragment [1:3.G2.16] dezelfde vraag. Ingrid herhaalt vervolgens delen van de discussie uit de vorige les, met haar aantekeningen erbij, omdat Afke bijgepraat moet worden. Ingrid zegt nogmaals dat opdracht 3.2b, de definitie van biodiversiteit, nog wel afgemaakt moet worden, omdat 'tijd' (T) nog niet duidelijk is. Karin sluit zich daarbij aan. De afwezigheid van Afke bij de vorig les wordt voor 'Visserij' een reden om nog eens goed naar het concept biodiversiteit te kijken. Alleen Sietske heeft hier niet veel zin in. De andere leerlingen slagen er toch in haar bij het gesprek te betrekken. Voor de zekerheid vraag Ingrid nog een keer aan de onderzoeker die haar groep observeert, wat de bedoeling van de opdracht is. De leerlingen bespreken dan, aan de hand van de hulpvragen, de vier 'variabelen' van de werkdefinitie. Veel moeite kost dit nu niet meer, omdat zij de meeste punten in de vorige les al hebben besproken. In het volgende fragment formuleren zij een definitie van biodiversiteit.

[1:4.G2.17]

Afke: Gaan we nou een definitie van biodiversiteit maken?
Ingrid: Ja. Ik had al een ideetje.
Sietske: Maar jouw ideetjes zijn niet altijd zo succesvol.
Ingrid: Biologische eenheid is 'soorten'. En het is belangrijk dat je het aantal eenheden per oppervlakte en ook het aantal individuen per eenheid. En...
Sietske: [kletst over andere dingen]
Ingrid: Op plaatsen waar veel voedsel en schoon water is...hallo! Nou, alsjeblieft. Doe jij het dan maar. [legt blaadje weg]
Karin: Doe niet zo irritant, joh. [tegen Sietske] We moeten toch één definitie geven van biodiversiteit voor het onderzoek.
Sietske: Oké.
Karin: Het aantal vissoorten per oppervlakte.
Ingrid: Het aantal vissoorten...[schrijft dit op]
Sietske: Moet je er dan ook bijschrijven 'van jaar tot jaar'? En wat heeft dat met biodiversiteit te maken?
Ingrid: Het aantal vissoorten... in de Waddenzee op plaatsen waar veel voedsel...
Karin: Ja, maar ook per eenheid.
Afke: En per individu.
Ingrid: Het aantal vissoorten plus individuen, aantal individuen...
Sietske: Je hebt 'in de Waddenzee'?
Ingrid: Oh, in de Wadden… Wacht even, het aantal vissoorten plus het aantal individuen in de Wadden... [schrijft]
Sietske: Zee.
Ingrid: ...op plaatsen...waar veel voedsel... en schoon water is.
Karin: Schoon water...
Ingrid: Dat weet ik niet. Dat maakt niet uit. Dat specificeren we later wel.
Sietske: Dat was toch ook ondiep water?
Ingrid: Ja, maar in diep water is meer visvangst. Hoe moet je dat opschrijven? Waar schoon water is... diep genoeg voor visvangst…
Afke: Kun je er niet gewoon een hoofdvraag en een subvraag van maken?
Ingrid: Ja, dat moeten we wel doen.
Afke: ...van jaar tot jaar bekeken.
Ingrid: ... van jaar tot jaar bekeken. [is klaar met schrijven] Hoe weten we nou hoeveel er gevangen wordt? Maar ja, dit is goed?
[…]
Ingrid: [spreekt de onderzoeker aan] Is dit goed? [leest hardop] "Het aantal vissoorten en het aantal individuen in de Wadden op plaatsen waar veel voedsel en schoon water is, diep genoeg voor visvangst, van jaar tot jaar bekeken."

Ingrid wil daarna door naar de volgende vraag. Bij de volgende opdracht, tijdens de vorige projectles, heeft Sietske drie deelvragen opgeschreven. Deze vragen zijn weergegeven in het volgende fragment, de antwoorden van Sietske zijn cursief gedrukt.

[1:4.L/AL2.18]

Opdracht 3.5 Deel-onderzoeksvragen.
1) Waar (op welke plaatsen in de Waddenzee) wordt de meeste vis gevangen?
2) Zijn er veel verschillende vissoorten in de Waddenzee en op welke wordt veel gevist?
3) In welk seizoen van het jaar zit er de meeste vis in de zee?

Sietske stelt in het volgende fragment dat dit bijna dezelfde vragen zijn. Iedereen in de groep heeft dezelfde vragen, volgens haar. "En als je allemaal dezelfde hebt, heeft het geen zin," zegt ze. Alle vier informatie zoeken over dezelfde vraag is geen zinvolle taakverdeling. Ingrid stelt dan voor om de werkdefinitie te gebruiken.

[1:4.G2.19]

Sietske:	Ja, jij hebt ze nog niet. Wij hebben bijna allemaal dezelfde vragen volgens mij.
Ingrid:	Nee, die moet je zelf bedenken.
Afke:	Hoezo? Wat moet ik zelf doen?
Sietske:	Omdat we er ieder eentje moeten hebben, en als je allemaal dezelfde hebt, heeft het geen zin.
Karin:	Ja, maar we hebben al allemaal bijna hetzelfde.
	[…]
Ingrid:	Je moet voor die B een vraag, voor die V een vraag, voor die R een vraag en voor die T een vraag.

Ondanks dit voorstel van Ingrid raken de leerlingen niet opnieuw in discussie over de variabelen van de werkdefinitie (OLAI.3b). Ondertussen deelt de docent blaadjes met vragen uit om toe te voegen aan de werkmap. Elke groep krijgt een lijstje deelvragen, waarvan er een aantal specifiek zijn voor het thema van de groep. In de bespreking na de vorige les werd besloten om extra vragen uit te delen, om te voorkomen dat leerlingen zouden vastlopen en ervoor te zorgen dat zij in elk geval in projectles 4 met het bronnenonderzoek zouden kunnen beginnen. In de werkmap stonden dergelijke hulpvragen nog niet, omdat het de bedoeling was dat de leerlingen zelf deelvragen zouden bedenken.

De leerlingen van 'Visserij' betrekken de uitgedeelde hulpvragen in hun discussie over hun eigen deelvragen. In fragment [1:4.L.20] hieronder staan alle deelvragen die zijn uitgedeeld aan 'Visserij'. Daaronder staan in fragment [1:4.L/AL.21] alle onderzoeksvragen en deelvragen van deze groep.

[1:4.L.20]
Onderzoeksvraag:
Wat zijn de effecten van visserij op de biodiversiteit van de Waddenzee en wat merken toeristen hiervan?

Deel-onderzoeksvragen:
Wat is hier biodiversiteit?
Hoe kun je deze biodiversiteit zien en meten?
Zijn er problemen met die biodiversiteit?
Hoe kunnen toeristen bijdragen aan een oplossing?
Welke soorten vis zijn commercieel gezien het interessantst?
Wat zijn de wettelijk vastgestelde vangstquota?
Zijn deze quota veranderd in de afgelopen jaren en waardoor?
Wat merken toeristen van visserij?
Op welke plekken kunnen toeristen de visserij zien?
Welke vogels concurreren met de vissers?
Wordt de visvoorraad eerlijk verdeeld over mens en dier?
In welke seizoenen wordt er gevist?

Deze hulpvragen zijn uitgedeeld aan de groep 'Visserij'. Door de vragen van de leerlingen met de gegeven onderzoeksvragen in fragment [1:4.L.20] te vergelijken, wordt in het hierna volgende fragment het verschil duidelijk tussen de vragen die de leerlingen zelf hebben bedacht en de vragen die zij hebben overgenomen van de uitgedeelde lijst en eventueel aangepast. In het volgende fragment zijn de vragen van de leerlingen die zijn overgenomen van de uitgedeelde hulpvragen of bewerkingen daarvan zijn, gemarkeerd met een opmerking tussen vierkante haken.

[1:4.AL2.21]
Onderwerp, zoals genoteerd door allen:
Visserij - wat is de invloed van visserij voor de biodiversiteit op de Wadden.

Eigen definitie van biodiversiteit, zoals genoteerd door Ingrid, Afke en Sietske:
Het aantal vissoorten + aantal individuen in de Wadden op plaatsen waar veel voedsel en schoon water is diep genoeg voor visvangst van jaar tot jaar bekeken.

Eigen definitie van biodiversiteit, zoals genoteerd door Karin:
Het aantal vissoorten + individuen op plaatsen waar veel voedsel en schoon water is van jaar tot jaar bekeken.

Onderzoeksvraag, zoals genoteerd door allen:
Wat is de invloed van visserij voor de biodiversiteit op de Waddenzee en wat merken toeristen ervan?

Deelvragen van Ingrid:
1. Waar – waarom wordt het meeste vis gevangen?
2. Waar bedreigt de visserij de biodiversiteit het meest?

Deelvragen van Karin:
1. Waar (en waarom) wordt de meeste vis gevangen?
2. Wordt er steeds op dezelfde vissoorten gevist? Waarom? Wat voor gevolgen heeft dat voor de biodiversiteit van de vogels?
3. In welke perioden/seizoenen is er de meeste vis? Waar zijn de gevolgen van de visserij op de biodiversiteit het grootst?
    - Waar zijn de gevolgen van de visserij – [zin houdt hier op, taak Karin]

Deelvragen van Afke:
1. Plaatsen zoeken waar veel vis wordt gevangen + waarom wordt daar veel vis gevangen?
2. Wat gebeurt er als je een bepaalde vissoort weghaalt?
3. Is de visserij bedreigend voor de vissen?
    - Wat zijn de wettelijk vastgestelde vangstquota? [taak Afke, zie uitgedeelde vragen]

Deelvragen van Sietske:
1. Waar (op welke plaatsen in de Waddenzee) wordt de meeste vis gevangen?
2. Zijn er veel verschillende vissoorten in de Waddenzee en op welke wordt veel gevist?
3. In welk seizoen van het jaar zit er de meeste vis in de zee?
    - Waar bedreigt visserij de biodiversiteit het meest? [taak Sietske]

De leerlingen van de groep 'Visserij' gebruiken de uitgedeelde hulpvragen om een effectievere taakverdeling te maken. Geconcludeerd mag worden dat het uitdelen van hulpvragen het opstarten van het bronnenonderzoek heeft bespoedigd, maar ook de noodzaak tot het toepassen van de werkdefinitie heeft weggenomen, juist op het punt dat Ingrid voorstelde nogmaals naar de werkdefinitie te kijken om nieuwe vragen te bedenken voor een betere taakverdeling.

Naar aanleiding van de uitgedeelde vragen, bespreken de leerlingen van 'Visserij' drie zaken: of hun eigen onderzoeksvraag wel juist is, gezien de 'correcte' onderzoeksvraag op het uitgedeelde blaadje – vergelijk de fragmenten [1:4.L.20] en [1:4.AL2.21] hierboven – of er nog deelvragen bij moeten, omdat ze vinden dat de vragen die zij tot nu toe hebben opgeschreven erg op elkaar lijken, en tot slot de verdeling van de deelvragen. De taakverdeling is aangegeven in fragment [1:4.AL2.21] hierboven. De vier variabelen van de werkdefinitie komen niet meer ter sprake. Er is eerst nog veel heen-en-weergepraat over de vraag of de vragen die de leerlingen voor zichzelf hebben

opgeschreven niet te veel op elkaar lijken. Vooral Karin vindt dat alle vragen hetzelfde zijn. Karin heeft het onderwerp 'invloed van de visserij op de biodiversiteit van de vogels' geïntroduceerd, en 'toeristen' worden genoemd in hun eigen hoofdvraag, omdat de docent dat heeft aangegeven.

[1:4.G2.22]

Ingrid: Wat is de invloed van visserij op de biodiversiteit van de Wadden."

Docent Ja. Alleen het enige wat ik erbij zou zetten, is: 'Wat merken toeristen hiervan?' Want wat je schrijft, is voor toeristen bedoeld.

Er is verwarring over het verschil tussen het onderwerp (Opdracht 3.1), de definitie van het concept biodiversiteit (Opdracht 3.2) en de onderzoeksvraag (Opdracht 3.3). Mogelijk zijn dit te veel stappen voor de leerlingen en schiet de opdracht zijn doel voorbij. De docent komt te hulp. In het volgende fragment helpt hij de leerlingen brainstormen en wijst op de uitgedeelde vragen.

[1:4.G2.23]

Ingrid: En de visvangst, met welke netten ze vissen.

Docent: Ja, bijvoorbeeld. Zijn daar problemen mee? Zijn er nu bijvoorbeeld minder vissen dan vroeger? Hoe kunnen de toeristen bijdragen aan een oplossing? [zie uitgedeelde vragen] Dat soort vragen, die kun je er allemaal bij verzinnen. Die hebben jullie in feite zelf ook al verzonnen. Ik denk dat je een heel eind bent met de vragen. Maar je doet nou net of je vastzit, maar volgens mij zit je helemaal niet vast. Je kunt gewoon verder nu.

Karin: Dat komt omdat we alles al op hadden geschreven. We dachten...

Docent: Het enige wat ik even zou doen is afspreken wie wat gaat doen, zodat je iets gerichter aan het werk kunt. Wie gaat welk deeltje onderzoeken.

Ingrid: Je bedoelt die subvragen?

Karin: Daar hebben we er maar drie van

Ingrid: Dus één van ons gaat onderzoeken welke vissen er in de Waddenzee en welke in de Noordzee zitten. En de andere...

Karin: Maar we moeten dus nog wel meer deelvragen maken.

Docent: Dat zou ik niet doen. Ik zou nou eerst maar eens aan de slag gaan...

Karin: Maar we hebben er maar drie.

Docent: Of je kan er hier misschien nog één uithalen.

Ingrid: 'Hoe kunnen toeristen bijdragen aan biologisch evenwicht van de Waddenzee?'

Docent: Ja. En zet dat er ook bij, want het gaat bij jullie wel steeds over vissen.

Afke: Vangstquota? 'Wat zijn de wettelijk vastgestelde vangstquota?' Wat je maximaal mag vangen of zo. 'Zijn deze quota veranderd in de afgelopen jaren en waarom?'

Op deze manier nemen de leerlingen van 'Visserij' de extra vragen in gebruik. Op het blad van 'Visserij' staat uiteindelijk niets over vogels. Karin probeert nog keer haar eigen vraag over vogels op de agenda te krijgen.

[1:4.G2.24]

Karin: En de vogels.

Afke: We hebben het niet over vogels.

Karin: Nee, maar het hoort wel bij de visvangst.

Afke: Maar dat is een ander onderwerp.

Sietske: We kunnen het niet over vogels doen, want dat moeten zij onderzoeken. [met "zij" bedoelt Sietske de groep 'Vogels']

Afke: [leest hardop uit de werkmap van Karin] "Wat zouden de gevolgen kunnen zijn? Wat voor gevolgen heeft het voor de biodiversiteit...van de vogels?" Waarom dat?

Karin: Tussen haakjes. Als er minder vis is, is er ook minder voedsel voor de vogels.

Ingrid: Dat zeg ik net ook al. Als één van jullie kan doen welke vissoorten het meest gevangen worden

	en welke effecten het op de vogels kan hebben.
Karin:	Maar het gaat toch allemaal over de gevolgen van de visserij op de biodiversiteit?
Ingrid:	Niet waar, die van mij is veel ruimer. Die van jou is veel minder ruim.
Afke:	Hallo, dat is allemaal de onderzoeksvraag waar jullie het over hebben, de hoofdvraag.
Ingrid:	Karin, wat doe jij nou?
Karin:	Ja, niks nog.
Ingrid:	Natuurlijk wel. Misschien: wat kunnen de toeristen doen om de visserij...? Iets met de toeristen of zo. Wat kunnen de toeristen doen...?
Karin:	Want je schrijft die brochure voor toeristen met informatie die hun aangaat. Ik snap het verband tussen visserij en toeristen niet zo goed.
Afke:	Nee, ik ook niet.

In het bovenstaande fragment legt Karin verband tussen visserij en de biodiversiteit van het Waddengebied. In de groepsdiscussie wordt haar onderzoeksvraag over de invloed van visserij op de vogels afgekeurd, omdat het niet binnen het deelonderwerp 'Visserij' zou passen. Karin komt aan het eind van projectles 5a toch nog een keer terug op de invloed van de visserij op vogels. De docent bespreekt op dat moment met leerlingen van groep 'Visserij' hoe het bronnenonderzoek verloopt.

[1:5a.K.25]

Docent:	[nog in de verte] Dus je hebt bij de groep Visserij gekeken?
Karin:	[onverstaanbaar]
Docent:	[microfoon is nu dichterbij gelegd] Want jullie hadden al een aantal gevolgen opgenoemd, wat gebeurt er als er heel veel vis gevangen wordt? Waarvoor is dat een nadeel?
Karin:	Voor de natuur.
Docent:	Ja, maar wat versta je daaronder dan?
Karin:	Nou, dat de vogels bijna geen eten meer kunnen vinden.
Docent:	Nou, precies, dan noem je dus iets heel duidelijks op, he?
Karin:	Ja, maar daar hebben zij het over.
Docent:	Ja?
Karin:	Vogels.
Docent:	Oké.
Karin:	Waar moeten wij het dan over hebben?
Docent:	Ja, ik zou me voor kunnen stellen, als je het over visserij hebt, dan ga je eerst eens kijken wat voor vis wordt er nou eigenlijk gevangen in die Waddenzee, en de Noordzee, vlak voor de kust.

De docent gaat mee in de verdeling in thema's en taken zoals in geplande lessenreeks de bedoeling was. Hierna komt Karin niet meer terug op de vogels en evenmin op het concept biodiversiteit. In de brochuretekst komt de relatie tussen visserij en vogels niet meer voor. De conclusie lijkt gerechtvaardigd dat de verdeling van de onderwijsleercontext in deelcontexten een averechts effect heeft gehad op de ontwikkeling van het concept biodiversiteit. Overigens is er in het werkstuk wel een relatie met bodemdieren gelegd. De leerlingen begrijpen wat een voedselketen is.

Hoewel de leerlingen van de groep 'Visserij' meer dan de andere groepen proberen te starten met het bronnenonderzoek zoals het lesmateriaal en de docent dat voorschrijven, komen ze niet tot de discussie over de betekenis van 'biodiversiteit' die werd verwacht. Aangezien zij zelfs projectles 4 nog aan opdracht 3 (OLA 1.3b) hebben besteed, kan het feit dat de werkdefinitie niet verder wordt toegepast dan alleen de voorgeschreven toepassing in opdracht 3.2b dus niet uitsluitend worden verklaard door 'te weinig tijd', te lange en te moeilijke teksten of de inzet en motivatie

van deze leerlingen om hun huiswerk te doen. De werkhouding van de leerlingen tijdens het bronnenonderzoek is goed en de kwaliteit van hun brochureteksten en presentaties zijn navenant. De leerlingen namen het project heel serieus. Opdracht 3 zette de leerlingen op het verkeerde spoor. Opdracht 3 had de leerlingen volgens OLS 1 vertrouwd moeten maken met de werkdefinitie van het concept biodiversiteit als hulpmiddel bij het bronnenonderzoek en als verbindend element tussen de hoofdstukken van de brochure. Deze verbindende functie zouden de leerlingen moeten ontdekken tijdens de conferentie, als de hoofdstukken van de brochure worden gepresenteerd. De werkdefinitie zou dan opnieuw kunnen worden toegepast om een algemenere definitie van het concept biodiversiteit te formuleren die voor alle groepen bruikbaar zou zijn.

Het opdelen van de onderwijsleercontext 'het schrijven van een brochure voor toeristen over het thema biodiversiteit van het Waddengebied' in deelcontexten, zoals 'Gaswinning' en 'Visserij', bleek voor leerlingen een aanleiding om ook de biodiversiteit van het Waddengebied op te delen in 'dieren die last hebben van proefboringen en visserij' en 'vissen', waardoor het concept biodiversiteit onverwacht en onbedoeld buiten beeld raakte en noch in de brochureteksten noch in de presentaties werd gebruikt. OLS 1 voldeed wat dit cruciale punt betreft niet aan de verwachtingen. In de fragmenten [1:4.G2.23] en [1:4.G2.24] hierboven is de verwarring te zien die door opdracht 3 ontstond. Tegelijkertijd zijn de pogingen van Ingrid om de vier variabelen van de werkdefinitie en de pogingen van Karin om de invloed van visserij op de vogels te betrekken bij het hoofdstuk over 'Visserij' aanwijzingen dat de werkdefinitie met een aangepaste OLS door leerlingen wel gebruikt zou kunnen worden.

Bronnenonderzoek: drie projectlessen na projectles 4

Na projectles 4 volgen nog drie projectlessen voor het bronnenonderzoek. Daarna is er een dubbel lesuur gepland voor de conferentie. In de geplande lessenreeks (Tabel 4.2) staan in totaal slechts drie lessen voor bronnenonderzoek gepland, maar de docent besteedt een extra les aan het project ten koste van een les over ecologie uit het boek. Leerlingen gebruiken de lessen om relevante bronnen te vinden en te kopiëren, en om instanties te bellen van de lijst in de bijlage. Hoewel leerlingen die besluiten te bellen, vaak hoge verwachtingen hebben van telefonische informatie, vallen de resultaten bijna even vaak tegen. Sommige van de telefoongesprekken zijn echter succesvol. De groep 'Recreatie' heeft tijdens projectles 5a (5b is de ingelaste projectles) een telefonisch interview met een medewerker (TvdH) van de Waddenvereniging. Een aantal van de vragen gaan over biodiversiteit.

[1:5a.AW.26]

Vraag 4: Hoe kunnen we toeristen inlichten om goed om te gaan met de biodiversiteit van de Wadden?

TvdH: Toeristen veel informatie geven d.m.v. een huis-aan-huiskrant. Laatst hebben we nog actie gevoerd tegen de gaswinning. Als je er een groot spektakel van maakt, trekt dat de aandacht, dus zo kwam de pers erbij en die heeft over ons geschreven en zo horen de mensen daar toch wel van.

Vraag 5:Wat heeft recreatie met de biodiversiteit te maken?

TvdH: Als het erg druk is, dan kan dat best wel wat schade met zich meebrengen. Mensen die schepen hebben, laten het [hun schip] bijvoorbeeld droogvallen [op het Wad] en dat is erg schadelijk voor de populatie van de zeehonden.

Vraag 6: Heeft de verandering van de biodiversiteit te maken met het toerisme?
TvdH: Niet alleen met het toerisme. Meerdere dingen spelen hierbij een rol. Als er bijvoorbeeld op kokkels gevist wordt, kan dat op twee manieren: in grote getallen en de kleinere vangst van kokkels, maar hierdoor zijn er wel steeds mensen die dat vlees eten, en dat is net zo goed niet goed.

Vraag 7: Hoe kun je de biodiversiteit meten? [zie uitgedeelde deelvragen, fragment [1:4.L.18]]
TvdH: Biologen hebben ieder een eigen onderdeel wat ze bijhouden en registreren, je kunt dus niet zomaar met één getal zien hoe het er met de biodiversiteit voor staat.

Bovenstaand fragment [1:5.AW.26] staat als paragraaf in het werkstuk van de groep 'Recreatie'. Het ziet er veelbelovend uit. De vraag over het "meten" van biodiversiteit (vraag 7) komt echter rechtstreeks van het uitgedeelde blad met vragen. Er komt in het werkstuk geen commentaar op dit antwoord. Hieruit blijkt dat leerlingen zich deze vraag niet hebben eigen gemaakt. De vraag wordt niet gesteld vanuit de gedachte dat het concept biodiversiteit verschillende betekenissen heeft. Vanuit die gedachte is de vraag door de onderzoekers in het lesmateriaal gezet, maar vanuit het leerlingenperspectief is deze kwestie niet aan de orde. Er gaan drie vragen aan vooraf (vraag 4 t/m 6) waarin de betekenis van het concept biodiversiteit niet geproblematiseerd wordt. Ook voor de medewerker van de Waddenvereniging is dit geen probleem. Het concept biodiversiteit kan in vraag 4 t/m 6 worden vervangen door het concept 'natuur'. In vraag 7 lukt dat niet. Het antwoord van TvdH geeft precies weer wat de groepen doen: zich specialiseren in hun eigen onderdeel van de biodiversiteit. Uit het fragment blijkt echter dat de leerlingen zich hier niet bewust van zijn. Vraag 7 is de laatste vraag van het interview. Het antwoord van TvdH wordt in de brochuretekst niet besproken, en ook in hun presentatie besteden de leerlingen er geen aandacht meer aan, waardoor de uitleg van TvdH over het meten van biodiversiteit niet met de rest van de klas is gedeeld. De focus is niet gericht op het concept biodiversiteit.

Brochureteksten
Beschouwd als werkstukken over de natuur van het Waddengebied en de invloed van menselijke activiteiten op die natuur waren de brochureteksten met de onderlinge verschillen die verwacht mogen worden in een 4 vwo-klas voldoende, ruim voldoende of goed. De leerlingen hebben veel informatie verzameld over hun thema en hard gewerkt om de informatie tot lopende teksten te verwerken en te voorzien van afbeeldingen.

De analyse van de brochureteksten wijst echter uit dat de meeste leerlingen de meerduidigheid en contextafhankelijkheid van het concept biodiversiteit niet voor ogen hadden (ontwerpcriterium 1, leerdoel 1), en dat zij zich de werkdefinitie niet hebben eigen gemaakt (ontwerpcriterium 3, leerdoel 3). Het groepsthema staat steeds centraal en wordt niet in verband gebracht met het hoofdthema, de biodiversiteit van het Waddengebied.

In een aantal brochureteksten wordt 'biodiversiteit' genoemd in de inleiding, de vraagstelling en de conclusie. De groepen 'Gaswinning' en 'Visserij' en ook de aanvankelijk tegen hun deelonderwerp protesterende leerlingen van 'Kustbeheer' noemen biodiversiteit in hun tekst. Geen van deze groepen stelt echter de betekenis van het concept biodiversiteit ter discussie. De werkdefinitie wordt niet toegepast. Het maakt daarbij geen verschil of de definitie die de leerlingen zelf hebben geformuleerd bij opdracht 3.2b wordt overgenomen uit de werkmap in het werkstuk of niet. Het

concept biodiversiteit wordt niet gebruikt als index, maar kan in de brochureteksten steeds zonder problemen worden vervangen door het concept natuur.

Bij de groepen 'Recreatie', 'Plankton en bodemleven', een groep die tijdens het bronnenonderzoek gesplitst werd in twee duo's, en de groepen 'Vogels' en 'Natuurlijke dynamiek' werd het concept veel minder frequent gebruikt dan bij de eerstgenoemde groepen. Ook hier heeft het concept biodiversiteit dezefde betekenis als het concept natuur.

De groep 'Vissen' heeft het concept biodiversiteit niet gebruikt in haar brochuretekst. Een verklaring daarvoor is te vinden in het volgende fragment uit projectles 4. De leerlingen van de groep 'Vissen' discussiëren op dat moment over de vraag of het concept biodiversiteit het concept milieu insluit of niet. In het volgende fragment bespreekt de groep 'Vissen' de relatie tussen de concepten biodiversiteit en milieu[7].

[1:4.K.27]

L1:	Biodiversiteit omspant alles, milieu, alles, niet alleen milieu.
L2:	Nee, omgekeerd. Milieu omspant alles. Milieu bestaat uit biodiversiteit, bodem, water…
L3:	Laat hem nou die dingen opschrijven.
L2:	Milieu is een grootheid, biodiversiteit een eenheid.
L1:	Het gaat erover wat de biodiversiteit beïnvloedt, daar gaat het over.
L4:	We moeten één woord zien te vinden wat milieu én biodiversiteit dekt.
L1:	Het gaat ons alléén maar om biodiversiteit. Het gaat toch niet om milieu, dat moet je gewoon wegschrappen.
L2:	Ik heb het toch niet over milieu als iets slechts, ik heb het over vissen, waar leven ze... leefomgeving.
L3:	Leefomgeving?
L2:	Natuurlijk wel. Ze leven toch niet op het droge, ze hebben water nodig.

De onderwijsleeractiviteiten lokken discussie uit over de betekenis van het concept biodiversiteit, maar de conclusies van de leerlingen gaan niet de geplande richting uit. De werkdefinitie wordt niet gebruikt om een preciserende definitie te geven die hen kan helpen bij hun vraag naar de betekenis van het concept biodiversiteit. Het concept biodiversiteit werd bij de meeste groepen in het werkstuk vervangen door concepten die de leerlingen al kenden, of die ze tegenkwamen in de bronnen en mogelijk in *Biologie voor jou*. Uit de brochureteksten blijkt ook dat het bronnenonderzoek grotendeels aanbodgestuurd was. Dat wil zeggen dat de leerlingen in hun brochuretekst schrijven wat zij min of meer toevallig tegenkomen in de bronnen. Opdracht 3, waarin de leerlingen gevraagd wordt deelvragen te formuleren, en de extra hulpvragen die werden uitgedeeld waren onvoldoende sturend om leerlingen vraaggericht onderzoek te laten doen. De leerlingen stellen geen kritische vragen bij de informatie en plegen geen 'hoor en wederhoor'. Informatie over het deelonderwerp wordt in de brochuretekst geplaatst, ook als het niet relevant is voor de aanvankelijke deelvraag van de leerling of groep. Dit geldt evenzeer voor de informatie over biodiversiteit. Een voorbeeld daarvan in te vinden in de brochuretekst van 'Visserij', die vanuit het oogpunt van OLS 1 een van de betere teksten is.

7 De namen van de leerlingen uit deze groep zijn bekend, maar omdat deze groep niet is geobserveerd en het fragment van de klassikale opname komt, is niet bekend welke stem bij welke naam hoort. Daarom zijn de leerlingen genummerd. L1 betekent leerling 1, enzovoort.

In de brochuretekst van 'Visserij' staat het concept biodiversiteit in de vraagstelling, wordt een definitie van het concept biodiversiteit gepresenteerd in de inleiding en komt een paragraaf voor met de kop 'biodiversiteit'. De eerder gepresenteerde definitie wordt in de paragraaf met de titel 'biodiversiteit' echter niet genoemd of gebruikt. De door de docent gegeven informatie over de Waddenzee als 'kraamkamer' voor vis in de Noordzee (zie het verslag hierboven van projectles 3, na fragment [1:3.K.9] is niet verwerkt. Daarentegen is aangegeven dat de meeste van de meer dan 100 vissoorten die in de Waddenzee worden waargenomen dwaalgasten zijn, dat veel soorten ook in de Noordzee voorkomen en dat slechts 25 vissoorten afhankelijk zijn van de Waddenzee. Deze informatie is uit de bronnen overgenomen. Een relatie met vogels en de biodiversiteit van het Waddengebied wordt ondanks de opmerkingen van Karin daarover (zie het verslag van de projectlessen 4 en 5a hierboven) niet uitgewerkt. Het is mogelijk dat de definitie, die nu beperkt is tot vissoorten, daar mede voor heeft gezorgd. Het bronnenmateriaal en de aanbodgerichte manier van werken van de leerlingen kan echter ook een aannemelijke alternatieve oorzaak zijn, of is wellicht mede oorzaak van het feit dat de informatie die tijdens het maken van de opdrachten en tijdens het bronnenonderzoek wordt besproken door de leerlingen onderling en door de leerlingen met de docent, niet in de brochuretekst wordt gebruikt.

Wel wordt in de brochuretekst van 'Visserij' een voedselrelatie gelegd tussen vissen en bodemdieren. Door de boomkorvisserij wordt de bodem omgewoeld, waardoor veel bodemdieren sterven die voedsel zijn voor de vissen. De leerlingen van 'Visserij' concluderen dan dat de boomkorvisserij een bedreiging is voor de vissen. Het concept biodiversiteit wordt ook in dit verband niet gehanteerd.

Ondanks het gesprek over de variabelen van de werkdefinitie met de groep 'Visserij', zie fragment [1:4.G2.15], zijn de antwoorden van opdracht 3 niet uitgewerkt in de brochuretekst van 'Visserij'. Voor de variabele 'tijd'(T) is in de werkmap "van jaar tot jaar" ingevuld en in de brochuretekst "seizoenen", echter zonder toelichting. In de paragraaf over biodiversiteit staat de opmerking dat 's winters de watertemperatuur van de Waddenzee laag is, en dat de noordelijke vissoorten daar de voorkeur aan geven. Als de temperaturen 's zomers oplopen, kom je zuidelijke vissoorten tegen. Ook deze informatie is het resultaat van aanbodgestuurd onderzoek. Evenmin uitgewerkt in de brochuretekst zijn de onderdelen "plaatsen waar veel voedsel is en schoon water" en die "diep genoeg" zijn voor visvangst (R) en "aantal vissoorten plus individuen" (V) van de preciserende definitie van 'Visserij'.

In vergelijking met de brochureteksten van de andere groepen is in de brochuretekst van de groep 'Visserij' het concept biodiversiteit het vaakst toegepast en het meest op de manier zoals bedoeld en verwacht.

Presentaties

De hoofdstukken voor de brochure zouden worden gepresenteerd op een conferentie. Voor de conferentie [OLA 1.5a] waren twee klokuren vrijgemaakt door twee lesuren en een pauze voor biologie in te roosteren. De medewerker van LNV directie Noord, de opdrachtgever, was inderdaad aanwezig, wat de conferentie een officieel karakter gaf. De leerlingen waren goed voorbereid, zoals ook blijkt uit de hierboven genoemde kwaliteit van de brochureteksten. De docent toonde

zich in de nagesprekken zeer tevreden over hun inzet. Een conferentie over biodiversiteit werd de presentatiemiddag echter niet. De groepen presenteerden hun werkstukken. Een aantal leerlingen presenteerde als variant op de opdracht hun individuele bijdragen, wanneer de groep minder effectief was geweest in de samenwerking. Er waren geen discussievragen en de conclusies lokten geen discussie uit. De docent, in de rol van voorzitter, en de medewerker van LNV, in de rol van opdrachtgever, stelden informatieve vragen. Deze vragen hadden noch de intentie noch het effect dat het gesprek over de betekenis van het concept biodiversiteit ging, zodat de leerlingen zich zouden buigen over de vraag of de verschillende preciserende definities van de leerlingen zouden passen in een abstractere definitie van het concept biodiversiteit. Geconcludeerd kan worden dat ondanks de geslaagde brochureteksten en presentaties OLA 1.5b, de 'klassikale discussie over biodiversiteit', niet is uitgevoerd.

4.5 Conclusies

In §4.2 zijn de ontwerpcriteria geformuleerd voor het ontwerpen van een OLS voor het wendbaar leren toepassen van het concept biodiversiteit. De ontwerpcriteria zijn in de oriënterende fase van het onderzoek afgeleid uit algemene leertheorieën (§ 1.3) en tevens gebaseerd op de analyse van het concept biodiversiteit (hoofdstuk 3). OLS 1 is gebaseerd op deze ontwerpcriteria en de lessenreeks waarin deze OLS is uitgewerkt zijn gepresenteerd in § 4.3. Met deze lessenreeks is een casestudie uitgevoerd. Tijdens de uitvoering van de lessenreeks zijn gegevens verzameld over de uitvoering en de leereffecten van de OLA's, op basis waarvan OLS 1 is geëvalueerd. De belangrijkste bron van gegevens zijn leerlingendialogen, waarvan een selectie fragmenten is gepresenteerd ter illustratie van de evaluatie van OLS 1 (§ 4.4).

In de voorliggende paragraaf worden conclusies verbonden aan de evaluatie van OLS 1 en vragen geformuleerd voor de volgende fase van het onderzoek.

In hoofdstuk 2 is reeds in algemenere zin toegelicht hoe de gegevens van de casestudies in een ontwikkelingsonderzoek tot aanpassingen van de OLS leiden (§ 2.4). Hieronder worden eerst de conclusies en aanpassingen met betrekking tot de OLA's besproken (Tabel 4.3 en § 4.5.1), daarna de conclusies en aanpassingen met betrekking tot de OLS (§ 4.5.2) en vervolgens de conclusies met betrekking tot de ontwerpcriteria (§ 4.5.3). Hoofdstuk 4 wordt met onderzoeksvragen voor een verdiepende literatuurstudie afgesloten (§ 4.6).

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

In deze subparagraaf worden de conclusies besproken over de uitvoering van OLS 1. De uitvoering wordt per OLA beoordeeld. Is de uitvoering minimaal voldoende, dan kunnen ook conclusies over de effectiviteit van de OLA en daarmee de OLS worden getrokken. In Tabel 4.3 op de volgende twee pagina's zijn de conclusies ten aanzien van de uitvoering en effectiviteit van de afzonderlijke OLA van OLS 1 in een overzicht samengevat.

In tabel 4.3 worden de kwaliteit van de uitvoering en de mate waarin het beoogde effect is bereikt, aangegeven op een schaal van onvoldoende, matig, voldoende, ruim voldoende en goed.

Tabel 4.3 ***Uitgevoerd curriculum per onderwijsleeractiviteit (OLA).*** De tabel beslaat de linker en rechter pagina. Kolom 4 (rechter pagina) 'Beoogd effect' verwijst naar de leerdoelen in Tabel 4.1. 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
OLA 1.1a	Opdracht 1.1a,b	Gastles, klassikaal, interactief	Ruim voldoende; CBD echter niet genoemd
OLA 1.1b	Opdracht 1.1c	Vragen stellen bij gastles, individueel	Ruim voldoende
OLA 1.1c	Tekst les 2 Introductie	Lezen, huiswerk, individueel	Weinig leerlingen hebben (goed) hun huiswerk gedaan.
OLA 1.2a	Opdracht 2.1 Vraag 2.1 t/m 2.8	Vier teksten met tekstvragen, groepswerk tijdens de les	Matig vraag 2.7 en 2.8 niet gemaakt
OLA 1.2b	Opdracht 2.2 Vraag 2.9-2.10	Video kijken, vragen maken bij video, klassengesprek	Matig
OLA 1.2c	Tekst les 3 Werkdefinitie	Lezen, huiswerk, individueel	Matig
OLA 1.3a	Opdracht 3a	Onderzoeksvragen formuleren, groepswerk, klassikaal bespreken	Groepswerk voldoende; klassikaal onvoldoende
OLA 1.3b	Opdracht 3b	Specialisatie, groep; inperken onderwerp, preciserende definitie van CBD formuleren	Matig.

Beoogd effect	Bereikt effect	Toelichting en mogelijke verklaringen
Motiveren; introductie CBD	Ruim voldoende; aansluiting op vervolglessen echter onvoldoende.	Gastspreker met praktijkervaring en mooie dia's spreekt aan. Dit werkt motiverend. CBD wordt genoemd, maar niet toegelicht. Aansluiting met vervolglessen is onvoldoende, blijkt uit interviews met de leerlingen van drie van de acht groepen.
Vragen stellen over CBD	Onvoldoende	Duidelijke en haalbare opdracht. Taakverdeling effectief.
Toelichten, instructie	Onvoldoende	Algemene werkhouding van de klas is goed. Tekst is te lang en mogelijk te moeilijk.
Kennis maken met CBD	Onvoldoende	Onvoldoende voorbereiding. Tekst les 2 niet of matig gelezen. Te weinig tijd in de les voor de opdrachten. Besproken tot vraag 2.3. Vraag 2.7 en 2.8 niet gemaakt.
Kennis maken met CBD in thema	Matig	Te weinig tijd. Opdrachten worden pas later besproken, in de volgende les, tegelijk met tekst voor les 3. Opnieuw veel informatie in weinig tijd. Tempo voor meeste leerlingen te hoog.
Instructie werkdefinitie CBD	Matig	De docent is een voldoende huiswerkattitude gewend van deze leerlingen, maar de tekst is te lang en te moeilijk. Sluit te weinig aan op voorkennis.
Onderzoeksvragen over CBD	Onvoldoende	Onvoldoende voorbereiding. Tekst les 3 is niet of matig gelezen. Leerlingen formuleren vragen over deelonderwerp van de groep. CBD wordt soms matig, vaak niet toegepast. Er is weinig tijd voor bespreking en controle door docent.
Aanleren gebruik werkdefinitie; CBD preciserend definiëren	Onvoldoende	Leerlingen hebben te weinig voorbereiding gehad en zich het probleem niet eigen gemaakt. Mogelijk inhoudelijke ontwerpfouten: de acht thema's passen binnen dezelfde onderwijsleercontext waardoor CBD niet verschilt van betekenis. Onderdelen van de werkdefinitie worden gebruikt om het onderwerp in te perken. Deze toepassing wordt gestuurd door de opdrachten. Dat leidt soms tot preciserende definities, maar op een geforceerde manier. De definities worden vervolgens niet gebruikt, omdat de leerlingen het belang daarvan niet (kunnen) inzien.

Tabel 4.3 Vervolg

OLA 1.3c	Bronnenonderzoek	Bronnen, huiswerk, individueel	Goed
OLA 1.4a	Idem.	Bronnen, groep, ind.	Goed
OLA 1.4b	Idem.	Bronnen, individueel	Goed
OLA 1.4c	Schrijfopdracht	Brochure, groep, ind.	Goed
OLA 1.5a	Opdracht presentatie	Presentatie, groep	Goed
OLA 1.5b	Conferentie	Discussie, klassikaal	Matig

CBD *preciseren* door de werkdefinitie toe te passen	Geen	Leerlingen doen het bronnenonderzoek goed, maar zijn gefocust op het thema van de lessenreeks, niet op CBD. Het belang van CBD en de zin van de werkdefinitie speelt geen rol bij het bronnenonderzoek. De behoefte om CBD te preciseren ontstaat niet.
Idem.	Geen	Idem.
Idem.	Geen	Idem.
Idem.	Geen	Idem.
Idem.	Geen	Idem.
CBD *abstraheren* door de werkdefinitie toe te passen	Geen	Vragen aan de presenterende leerlingen zijn informatief, niet gericht op CBD. In de brochuretekst worden wel preciserende definities van CBD genoemd, dit zijn echter omschrijvingen van het deelonderwerp van betreffende groep. Er is geen meerduidigheid en contextafhankelijkheid, doordat alle verschillende deelonderwerpen van de presentaties binnen dezelfde onderwijsleercontext passen. De behoefte om CBD te abstraheren ontstaat niet.

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 meer gezegd kan worden over het effect van de OLA. De mate waarin het beoogde effect is bereikt wordt bepaald aan de hand van de analyse van de fragmenten, zoals hierboven geïllustreerd. Het concept biodiversiteit wordt in Tabel 4.3 afgekort met CBD.

In de eerste les na de gastles werd kennisgemaakt met het concept biodiversiteit. De betekenissen natuur, natuurlijke hulpbron en index werden niet onderscheiden. Er werden opdrachten over de werkdefinitie gemaakt, maar het concept biodiversiteit in de betekenis van index werd niet eigen gemaakt, omdat niet duidelijk werd voor welk probleem de werkdefinitie een oplossing was. De werkdefinitie werd door een van de groepen gebruikt bij de opdrachten. Ook door deze groep werd de werkdefinitie niet toegepast bij het schrijven van het hoofdstuk voor de brochure, evenmin als door de andere groepen. Het concept biodiversiteit werd door leerlingen niet gerecontextualiseerd. Op plaatsen in de brochureteksten waar het concept biodiversiteit werd toegepast, was dit a) in de betekenis van een omschrijving van het deelonderwerp van de groep, of b) in de betekenis van 'natuur'. Het concept biodiversiteit wordt dan wel genoemd, maar is in de betreffende tekstgedeelten vervangbaar door het concept natuur.

De conclusie luidt dat het niet bereiken van de leerdoelen moet worden toegeschreven aan ontwerpfouten. Waar mogelijk zijn de OLA's met ruim voldoende inzet en de juiste intenties uitgevoerd. De gastles was ruim voldoende, hoewel expliciete aandacht voor het concept biodiversiteit de overgang naar de meer theoretisch lessen zou kunnen verbeteren. De opdrachten werden gemaakt en door leerlingen onderling besproken. Een matige uitvoering, met een onvoldoende voor het huiswerk, zou door een matige inzet van de leerlingen verklaard kunnen worden, ondanks een goede opdracht, maar ook door een matige opdracht, waardoor de leerlingen niet goed wisten wat zij moesten doen of waarom. De opdrachten werden in elk geval niet op de bedoelde manier uitgevoerd, waardoor de werkdefinitie van het concept biodiversiteit onvoldoende werd ontwikkeld en niet werd toegepast (gerecontextualiseerd). Het bronnenonderzoek werd goed uitgevoerd en de brochureteksten en prestaties voldeden in ruim voldoende mate aan het niveau dat in 4 vwo mag worden verwacht. Er was te weinig tijd ingepland en er waren te weinig activiteit voor de docent gepland voor klassikale en individuele aanvullingen op de gastles en de leesteksten in het lesmateriaal, voor controle van de antwoorden van leerlingen op de opdrachten en bronnenonderzoek, en voor het sturen van de discussie tijdens de presentaties. De docent moest daardoor improviseren en kampte voortdurend met tijdgebrek.

Tussen de gastles en les 2, en tussen les 3 en het bronnenonderzoek dat in les 4 begon, bestonden hiaten. De gastles (OLA 1.1) was voor de leerlingen leuk en eenvoudig te volgen. De diaserie bracht de grote aantallen en de verscheidenheid aansprekend in beeld. De gastles ging echter niet expliciet in op het concept biodiversiteit. Het tempo in les 2 en 3 lag te hoog voor de leerlingen. OLA 1.2a en 2b in les 2 en het vervolg van OLA 1.2b in les 3, evenals OLA 3a en 3b, gingen te snel. De informatie over het concept biodiversiteit was te compact. Leerlingen kregen onvoldoende tijd om zich de

werkdefinitie eigen te maken. De opdrachten hadden vanuit het perspectief van de leerlingen te weinig samenhang met de gastles van les 1. Ook de aansluiting met het bronnenonderzoek in de lessen na les 3 ontbrak. Het bronnenonderzoek stond daardoor los van zowel de gastles als de projectlessen les 2 en 3. Dit verklaart waardoor tijdens het bronnenonderzoek het onderwerp van hun groep centraal stond voor de leerlingen, en niet het concept biodiversiteit. Hierdoor is het concept biodiversiteit niet terug te vinden in de protocollen of het schriftelijk materiaal dat de leerlingen hebben geproduceerd.

De beoogde begripsontwikkeling is in de eerste lessenreeks niet tot stand gekomen. Dat tijdgebrek hiervoor niet de enige en waarschijnlijk niet de belangrijkste verklaring is, blijkt uit de observaties van de groep 'Visserij'. Deze groep besteedt de 50 minuten van les 4 vrijwel volledig aan het recapituleren van opdracht 3. In de brochuretekst van deze groep is hun preciserende definitie van biodiversiteit opgenomen. De definitie heeft echter geen functie in de tekst. Evenmin wordt de werkdefinitie van het concept biodiversiteit toegepast bij het verwerken van nieuwe informatie. Het ontbreekt niet alleen aan tijd, maar waarschijnlijk ook aan een duidelijke probleemsequentie. Net zo min als antwoord A 1.1 "verscheidenheid in de levende natuur" vanuit het perspectief van de leerlingen op een logische manier leidt tot de volgende vraag V 1.2 "Wat verstaan verschillende auteurs onder biodiversiteit? ", leidt de constatering A 1.2 "Er kunnen verschillende definities van [het concept] biodiversiteit worden geformuleerd" tot vraag VI.3 "Wat betekent [het concept] biodiversiteit voor een specifiek thema?" De opdrachten zijn voor de leerlingen niet betekenisvol, maar ook de volgorde van de opdrachten niet. Ook bij leerlingen die meer tijd hebben besteed aan opdracht 3 en er in de groep en met de docent meer over hebben gepraat, leidt dit niet tot het integreren van de werkdefinitie in hun bronnenonderzoek daarna.

In de volgende subparagraaf worden de conclusies ten aanzien van de uitvoering en effectiviteit van de afzonderlijke OLA van OLS 1 gebruikt om op het algemenere niveau van de OLS conclusies te trekken.

4.5.2 Conclusies met betrekking tot de effectiviteit van de OLS

Is OLS 1 een effectieve strategie voor het wendbaar leren hanteren van het concept biodiversiteit in 4 vwo? De conclusie is dat dit niet het geval is. Immers, ondanks een over het algemeen redelijke uitvoering van de OLA's zijn de leerdoelen niet bereikt. De OLS zal moeten worden aangepast. Welke ontwerpproblemen moeten worden opgelost om de leerdoelen te bereiken?

Effectiviteit van de gastles, les 2 en 3

De wijze waarop het concept biodiversiteit is geïntroduceerd, was niet effectief. Over de gastles zeiden de leerlingen in het evaluatiegesprek dat de les leuk en motiverend was,. Dit blijkt ook uit de houding van de leerlingen tijdens de gastles. Ze stelden zich interactief op en stelden veel vragen. De leerlingen vonden de les niet informatief voor het bronnenonderzoek. Zij kwamen in de lessen daarna niet meer op de gastles terug en in de brochureteksten werd niet aan de gastles gerefereerd. Waarschijnlijk was de gastles een motiverende kennismaking met het Waddengebied en in het bijzonder met het werk van een bioloog op Griend, die informatie verzamelt over de Grote stern. De gastles maakte echter niet duidelijk voor de leerlingen dat het concept biodiversiteit de bedoelde focus van de lessenreeks was. Hoewel de les over de soortenrijkdom

van het Waddengebied ging, werd het concept biodiversiteit niet gehanteerd. Doordat in de tekst en de opdrachten voor les 2 het concept biodiversiteit centraal stond, werden leerlingen mogelijk op het verkeerde been gezet: de tekst was theoretischer dan de gastles en 'biodiversiteit' kwam voor hen waarschijnlijk over als een ander onderwerp dan 'werken op Griend' of 'de Grote stern'. De tekst voor les 2 is door leerlingen geclassificeerd als "te lang en te moeilijk" en is feitelijk niet gelezen. De opdrachten voor les 2 zijn gedeeltelijk gemaakt en niet besproken. De opdrachten leidden niet tot inzicht in de meerduidigheid van het concept biodiversiteit en werden niet in het bronnenonderzoek verwerkt. De vraag is of de opdrachten dat bij een adequate uitvoering wel hadden kunnen bewerkstelligen. De vraag hoe het concept biodiversiteit en de meerduidigheid en contextafhankelijkheid van het concept effectief kunnen worden geïntroduceerd is dan ook nog niet beantwoord.

De leerlingen zeggen in het evaluatiegesprek dat ze opdracht 3, over de werkdefinitie, niet alleen "saai" vinden, maar ook "nergens op slaan". Het is voor de leerlingen niet duidelijk wat het belang is van de opdracht voor het bronnenonderzoek. Zij hebben de vragen wel gemaakt en in de groep besproken, maar gebruiken de werkdefinitie niet in het bronnenonderzoek. De conclusie is gerechtvaardigd dat deze opdrachtgestuurde activiteit niet leidt tot het aanleren van de werkdefinitie.

Effectiviteit van de werkdefinitie

De werkdefinitie van biodiversiteit werd geïntroduceerd op een moment dat leerlingen daar het nut nog niet van konden inzien. Bovendien stonden de werkdefinitie en de toelichting in een te lange en te moeilijke tekst die als huiswerk werd opgegeven. De gastles ging niet over het concept biodiversiteit en de opdracht met teksten waardoor de leerlingen zouden kennismaken met het concept biodiversiteit in verschillende betekenissen, had voor de leerlingen de meerduidigheid en contextafhankelijkheid van het concept biodiversiteit onvoldoende geproblematiseerd, zodat de werkdefinitie niet als oplossing werd ervaren. Dit blijkt uit de antwoorden van leerlingen op opdracht 2.

Effectiviteit van het bronnenonderzoek

De meeste leerlingen gingen in hun bronnenonderzoek niet in op het concept biodiversiteit of de vier onderdelen van de werkdefinitie. Het concept biodiversiteit bleef in de brochureteksten oppervlakkig gedefinieerd en werd vervangen door concepten waarmee leerlingen vertrouwd waren, zoals de concepten natuur, ecosysteem, soort, plant en dier. Het concept biodiversiteit werd niet frequent toegepast in de werkstukken. De werkstukken en presentaties gingen over de invloed van menselijke activiteiten op de natuur van het Waddengebied. Leerlingen hadden zich verdiept in proefboringen, hefeilanden, kokkelvisserij, wadlopen, haring, plankton, wadpieren, kokmeeuwen, dwaalgasten, eb en vloed, kwelders, dijken en duinen, maar slechts in beperkte mate in het concept biodiversiteit. De werkdefinitie of de door henzelf geformuleerde preciserende definitie van biodiversiteit hadden de leerlingen niet nodig, ook niet de groepen die een preciserende definitie van het concept biodiversiteit in hun werkmappen hadden geschreven. Er was kennelijk geen behoefte ontstaan om op de betekenis van het concept biodiversiteit in te gaan. Biologische eenheden, verscheidenheid, ruimte en tijd kwamen tijdens de lessen na opdracht 3 nog slechts in beperkte mate, en op de conferentie helemaal niet meer, ter sprake.

Geconcludeerd kan worden dat het bronnenonderzoek, mede door de manier van taken verdelen, geen geschikte onderwijsleercontext was om de toepassing van de werkdefinitie van het concept biodiversiteit te stimuleren. Leerlingen leren op deze wijze de werkdefinitie van het concept biodiversiteit niet toepassen. Leerlingen leren in de eerste casestudie niet recontextualiseren. Dit roept de vraag op welke kenmerken een onderwijsleeractiviteit zou moeten hebben om effectief een probleem op te roepen voor leerlingen waarvoor zij de werkdefinitie als oplossing beschouwen.

Hoewel geconstateerd kan worden dat de benodigde tijd niet goed werd ingeschat, was tijdgebrek toch niet de belangrijkste oorzaak voor het falen van de beoogde ontwikkeling van het concept biodiversiteit bij leerlingen, maar inschattingsfouten in het ontwerp. De lessenserie gebaseerd op OLS 1 slaagde er niet in leerlingen te leren het concept biodiversiteit wendbaar te hanteren doordat de behoeft niet werd gecreëerd om het concept biodiversiteit te recontextualiseren.

OLS 1 bevat een belangrijke inhoudelijke ontwerpfout: de behoefte om het concept biodiversiteit te recontextualiseren kon waarschijnlijk niet ontstaan, omdat alle deelonderwerpen binnen dezelfde onderwijsleercontext pasten. Preciserende definities van het concept biodiversiteit, voor zover geformuleerd, waren eigenlijk omschrijvingen van het ingeperkte deelonderwerp van de betreffende groepen, geforceerd in een definitie van biodiversiteit. Deze definities kregen tijdens het bronnenonderzoek geen rol in het recontextualiseren van het concept biodiversiteit, doordat leerlingen het concept biodiversiteit niet in conflicterende betekenissen tegenkwamen.

In OLS 1 werd gekozen voor acht deelonderwerpen binnen de activiteit ‘toeristen informeren over de biodiversiteit van het Waddengebied’. De leerlingen komen niet in probleemsituaties waarin het concept biodiversiteit moet worden gerecontextualiseerd. Hierdoor oefenen zij het recontextualiseren van het concept biodiversiteit niet en laten het ook niet zien in het werkstuk of de presentatie.

De vraag is hoe de behoefte om te recontextualiseren kan worden ontwikkeld, zodat leerlingen de werkdefinitie gaan gebruiken om het concept biodiversiteit te definiëren. De verwachting is dat leerlingen het concept biodiversiteit wendbaar kunnen leren toepassen wanneer zij gemotiveerd door een adequate probleemsequentie het concept biodiversiteit leren recontextualiseren op het moment dat de activiteit daar om vraagt. Welke kenmerken heeft een uitvoerbare en effectieve strategie voor het onderwijzen en leren van het toepassen van de werkdefinitie van het concept biodiversiteit? Welke onderwijsleeractiviteiten zijn uitvoerbaar en effectief om leerling het meerduidige en contextafhankelijke concept biodiversiteit wendbaar te leren hanteren?

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

In deze subparagraaf worden de resultaten van de evaluatie van OLS 1 vanuit het perspectief van de ontwerpcriteria benaderd. Ontwerpcriterium 1, 2 en 3 gaan over het concept biodiversiteit. Ontwerpcriterium 4 en 5 komen voort uit algemene leertheorieën: samenwerkend leren en de probleemstellende benadering. De concept-contextbenadering was bij de uitvoering van de eerste casestudie nog niet uitgewerkt als ontwerpcriterium.

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 eerste lessenserie geen centrale plaats gekregen. Uit de casestudie blijkt dat de uitvoering van de gastles (OLA 1.1a) ruim voldoende was, maar dat het beoogde effect uitbleef. De gastles functioneerde niet als een oriëntatie op het concept biodiversiteit, doordat OC 1 niet goed was uitgewerkt in OLS 1. Er is meer sturing voor nodig om de focus van een activiteit op het concept biodiversiteit te krijgen. De uitvoering van de activiteiten die bedoeld waren voor het aanleren (OLA 1.1b t/m 1.3a) en leren toepassen van het concept biodiversiteit (OLA 1.3b) was matig door een matige uitwerking van OC 1 in OLS 1.

OC 2: Natuur, natuurlijke hulpbron, index
Leerlingen moeten drie betekenissen van het concept biodiversiteit, namelijk 'natuur', 'natuurlijke hulpbron' en 'index', kunnen onderscheiden en gebruiken.

Dit ontwerpcriterium is onvoldoende uitgewerkt in OLS 1 om conclusies te kunnen trekken over de bruikbaarheid van de betekenissen 'natuur', 'natuurlijke hulpbron' en 'index' voor het verder ontwikkelen van de OLS. Er is te snel gefocust op de betekenis van het concept biodiversiteit als index. In de gastles wordt het concept biodiversiteit niet genoemd. Wel spreekt de gastdocent over soortenrijkdom en de notie van aantal soorten en aantallen individuen per soort komt aan de orde. Impliciet gebruikt de gastspreker het concept biodiversiteit in de betekenis van index.

In de vier teksten die de leerlingen bij opdracht 2.1 moeten bestuderen, vraag 2.1 t/m 2.8, wordt het concept biodiversiteit slechts eenmaal genoemd, in de vierde tekst, de tekst met de kop 'Groenbeheer'. Vraag 2.2 over tekst 1, en vraag 2.7 en 2.8 over tekst vier gaan expliciet over biodiversiteit, maar het concept biodiversiteit is nog niet geïntroduceerd op het moment dat de leerlingen deze vragen maken. Vraag 2.8 zou beschouwd kunnen worden als een voorkennisvraag, omdat de leerling wordt gevraagd om a) in de teksten 1 t/m 3 waarin het concept biodiversiteit niet voorkomt de "woorden of zinsdelen te onderstrepen" die volgens hem of haar "met biodiversiteit te maken hebben", en b) een eigen definitie van biodiversiteit te geven. De leerlingen slagen er niet in deze opdrachten te maken en door tijdgebrek worden deze opdrachten niet klassikaal besproken.

Het concept biodiversiteit komt niet aan de orde in de betekenis van 'natuur' of 'natuurlijke hulpbron'. Het blijft dus de vraag 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 te hanteren.

OC 3: Werkdefinitie
Leerlingen moeten de werkdefinitie van het concept biodiversiteit als 'index' leren gebruiken.

De eerste casestudie geeft aanwijzingen voor de bruikbaarheid van de werkdefinitie. Uit de bespreking van de fragmenten en het schriftelijke werk van leerlingen blijkt dat biodiversiteit als 'natuur', 'ecosysteem', 'soort, en 'dieren en planten' in 4 vwo spontaan en adequaat worden toegepast. De stap naar 'aantal soorten en aantal individuen per soort' kunnen leerlingen volgen. De componenten 'ruimte' en 'tijd' bleven impliciet, behalve bij de leerlingen van 'Visserij' die twijfelden tussen jaren en seizoenen. Waarschijnlijk hebben de meeste leerlingen dit gemist doordat de teksten voor les 3 en opdracht 3 voor de leerlingen te compact waren, te veel informatie in te weinig tijd werd aangeboden, en de aan de docent toebedeelde rol te beperkt was.

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.

Rolf van de groep 'Gaswinning' en Ingrid en Karin van de groep 'Visserij' proberen het concept biodiversiteit in hun onderzoeksvragen te betrekken en verbanden te leggen met de biodiversiteit van het Waddengebied. Zij vinden echter geen aansluiting bij de andere leerlingen, die zich houden aan de verdeling van de deelonderwerpen tussen de groepen. De verdeling van de brochurehoofdstukken over de groepen nodigt niet uit tot samenwerking tussen de groepen. Deze taakverdeling blijft ook tijdens de conferentie in stand, waardoor er geen dialoog over het concept biodiversiteit ontstaat. Door een matige uitwerking van OC 1 in de OLA's die bedoeld waren voor oriëntatie op het concept biodiversiteit en het aanleren van de werkdefinitie, lag de focus niet op het concept biodiversiteit. De OLA's die bedoeld waren voor samenwerking het stimuleren van de dialoog over het concept biodiversiteit hielpen die focus niet herstellen, doordat ook OC 4 matige was uitgewerkt in de eerste casestudie.

De manier waarop in OLS 1 de taken binnen de groepen worden verdeeld nodigt tijdens het bronnenonderzoek evenmin uit tot overleg met andere leerlingen. De leerlingen verdelen de geformuleerde deelvragen, zoals van hen wordt gevraagd, en gaan vervolgens individueel aan het werk. De groep 'Planten en bodemleven' is zelfs gesplitst in twee duo's met een taakverdeling binnen de duo's, een duo 'Planten' en een duo 'Bodemleven', die zonder overleg binnen of tussen de duo's verder werken.

Doordat bij het formuleren van de deelvragen het concept biodiversiteit niet werd gebruikt, komt het concept niet meer in het bronnenonderzoek aan de orde. Eventuele toepassingen van de werkdefinitie van het concept biodiversiteit hadden alleen nog zichtbaar kunnen worden in de brochuretekst, maar het was onwaarschijnlijk dat dergelijke activiteiten in de leerlingendialogen terug te vinden zouden zijn. Inderdaad zijn de vragen die vooral tijdens het bronnenonderzoek aan de docent worden gesteld, van praktische aard. De vragen en gesprekken gaan niet over het concept biodiversiteit. Deze constatering leidt tot de vraag hoe een zinvolle dialoog tussen de leerlingen gestimuleerd kan worden, waarbij het concept biodiversiteit aan de orde komt wanneer de activiteit daarom vraagt.

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.

Ten aanzien van OC 5 is de conclusie dat de probleemstellende benadering niet adequaat in OLS 1 was uitgewerkt. De vraag blijft hoe een voor leerlingen herkenbare probleemsequentie kan worden ontworpen waardoor het concept biodiversiteit niet alleen kan worden ontwikkeld, maar ook het nut daarvan wordt ingezien.

Het concept biodiversiteit wordt in OLS 1 wel opgebouwd van 'verscheidenheid in de levende natuur' (A 1.1) via 'verschillende definities' (A 1.2) naar de 'werkdefinitie' (A 1.3). Voor leerlingen staan deze stappen echter op zichzelf. Het zijn oplossingen voor problemen die niet voor hen zijn gaan leven, en de oplossingen roepen niet het volgende probleem op. Met andere woorden, de losse kralen zijn er, maar er is nog geen ketting.

OLA 1.1, 2 en 3 zijn uitgevoerd zonder dat de werkdefinitie in hun activiteiten wordt geïntegreerd. Weliswaar was de uitvoering voor verbetering vatbaar, maar het is niet waarschijnlijk dat de werkdefinitie door meer aandacht voor het concept biodiversiteit in de gastles, en meer tijd voor het bespreken van opdracht 2 en 3 wel gewaardeerd zou zijn als oplossing voor de meerduidigheid en contextafhankelijkheid van het concept biodiversiteit in bepaalde probleemsituaties. Dit blijkt uit de poging die de leerlingen van de groep 'Visserij' in projectles 4 ondernemen, dus in extra tijd, om de werkdefinitie uit opdracht 3 alsnog in de onderzoeksvragen te betrekken. Zij komen niet verder dan een preciserende definitie in de brochuretekst, die verder niet wordt benut. Dit leerdoel had op de spreekwoordelijke tekentafel al geen kans, omdat de probleemsequentie niet logisch is opgebouwd.

Onderwijsleercontexten
De eerste casestudie geeft aanleiding om de ontwerpfout in de probleemsequentie in samenhang te zien met de beperkte uitwerking van onderwijsleercontexten in OLS 1. De concepten 'thema', 'situatie' en 'context' waren in de eerste casestudie niet uitgekristalliseerd. Doordat de groepen deelthema's kregen toegewezen die alle acht in het hoofdthema pasten, was de verwachting dat de groepen met verschillende definities zouden komen, achteraf niet logisch. Er moet dus gezocht worden naar een manier om leerlingen een reden te geven verschillende definities te ontwikkelen, waarin verschillende componenten van de werkdefinitie benadrukt worden, die later tot hun eigen werkdefinitie samengevoegd worden. Aangezien het concept biodiversiteit juist in verschillende contexten verschillende betekenissen heeft, moeten onderwijsleercontexten beter uitgewerkt worden in de tweede casestudie, in samenhang met een verbeterde uitwerking van de probleemsequentie, waarbij de vragen meer vanuit de leerlingen zelf worden gesteld.

Door het matig uitgewerkte ontwerpcriterium van de probleemstellende benadering (OC 5) in OLS 1 en de in de eerste casestudie nog niet uitgekristalliseerde benadering van onderwijsleercontexten, blijft het de vraag of de werkdefinitie van het concept biodiversiteit kan worden aangeleerd en toegepast door aanpassingen van de probleemsequentie en op welke manier onderwijsleercontexten daarbij een rol kunnen spelen.

Naar aanleiding van de conclusies ten aanzien van de ontwerpcriteria moet in de tweede casestudie niet worden gestreefd naar verbetering van de uitvoering van dezelfde OLA's, maar naar een verbetering van het ontwerp van de OLS door fundamentele aanpassingen. De manier waarop de ontwerpcriteria worden uitgewerkt in OLS 2 moet namelijk worden verbeterd en de ontwerpcriteria moeten worden aangevuld met een benadering voor de onderwijsleercontexten. In hoofdstuk 5 wordt verslag gedaan van een verdiepende literatuurstudie die werd uitgevoerd om een benadering van de onderwijsleercontexten verder uit te kristalliseren. De aanpassingen van de OLS worden besproken in hoofdstuk 6.

4.6 Vragen voor de verdiepende literatuurstudie

In deze subparagraaf worden de conclusies ten aanzien van de onderwijsleeractiviteiten, de onderwijsleerstrategie en de ontwerpcriteria gecombineerd tot vragen voor de volgende onderzoeksfase, de verdiepende literatuurstudie (hoofdstuk 5).

Hoewel de OLA's grotendeels zijn uitgevoerd in de geplande volgorde, waren ze soms te moeilijk voor de leerlingen of te krap gepland, en hadden de meeste niet het voorspelde effect op het leergedrag van de leerlingen. Bovendien zijn geen OLA's uitgewerkt waarin het concept biodiversiteit wordt gebruikt in de betekenissen 'natuur' en 'natuurlijke hulpbron', hoewel het concept biodiversiteit in de oriënterende fase van het onderzoek wel voldoende was uitwerkt. Achteraf had het ontwerp meer gebruiksmogelijkheden van het concept biodiversiteit moeten benutten om de leerlingen het probleem van contextafhankelijkheid en meerduidigheid te laten ervaren. Het ontwerp moet vooral worden aangepast op het niveau van de OLS. De vakinhoudelijke ontwerpcriteria moeten in OLS 2 scherper worden uitgewerkt en de vakdidactische ontwerpcriteria, samenwerkend leren en de probleemstellende benadering, moeten worden aangevuld met een benadering voor de onderwijsleercontexten. De vakdidactische ontwerpcriteria moeten bovendien beter worden uitgewerkt en benut in de uitwerking van OLS 2. Hiertoe worden naar aanleiding van de eerste casestudie de volgende vragen geformuleerd voor de verdiepende literatuurstudie.

De context van natuurbeheer en gaswinning krijgt voor leerlingen meer nadruk dan het concept biodiversiteit. Dit leidt tot de volgende vraag.

1. *Welke aanpassingen van de OLS leiden er toe dat leerlingen ervaren dat het concept biodiversiteit in de onderwijsleeractiviteiten centraal staat?*

De leerlingen maken eenzijdig kennis met de betekenis van het concept biodiversiteit als 'index' en ervaren daardoor geen contextafhankelijkheid en meerduidigheid. Dit leidt tot de volgende vraag.

2. *Welke aanpassingen van de OLS leiden er toe dat de contextafhankelijkheid en meerduidigheid van het concept biodiversiteit door de leerlingen in bepaalde contexten als een probleem wordt ervaren?*

De gekozen werkvorm voor samenwerkend leren stimuleert taakverdeling en individueel werken in plaats van dialoog over het concept biodiversiteit. Dit leidt tot de volgende vragen.

3. *Hoe moet samenwerkend leren (OC 4) worden uitgewerkt zodat leerlingen binnen een groep het concept biodiversiteit bespreken?*

4. *Hoe moet de probleemstellende benadering (OC 5) worden uitgewerkt zodat leerlingen na de oriëntatie op het concept biodiversiteit de definitiemethode en de werkdefinitie van het concept biodiversiteit als 'index' als een oplossing zien voor het door hen ervaren probleem en het concept biodiversiteit preciserend definiëren met behulp van de werkdefinitie?*

De doelstellingen 'wendbaar leren hanteren van het concept biodiversiteit' en 'leren recontextualiseren van het concept biodiversiteit' liggen in elkaars verlengde. Deze doelstellingen waren in de eerste casestudie slechts gedeeltelijk en in de intuïtieve termen van de concept-contextbenadering avant la lettre geformuleerd. Dit leidt tot de volgende vragen.

5. *Hoe kunnen deze doelstellingen preciezer worden geformuleerd, zodat duidelijker wordt hoe de OLS moet worden aangepast om deze doelstellingen te bereiken?*

6. *Hoe kan de werkdefinitie en de toepassing daarvan worden aangeleerd, zodat leerlingen het als hulpmiddel kunnen gebruiken bij het recontextualiseren van het concept biodiversiteit op een individuele toets?*

In de eerste casestudie werd groepsgewijs getoetst in de vorm van werkstukken en presentaties. De toetsen over ecologie naar aanleiding van de theorielessen met de methode *Biologie voor jou* werd niet benut om individueel te toetsen hoe de leerlingen het concept biodiversiteit konden recontextualiseren. Dit leidt tot de volgende vraag.

7. *Wat zijn de kenmerken van relevante toetsvragen om te toetsen of leerlingen het concept biodiversiteit kunnen recontextualiseren?*

Een verdiepende literatuurstudie is uitgevoerd in aanvulling op de oriënterende fase van het onderzoek en de evaluatie van OLS 1 om de kennis voor het ontwerpen van OLS 2 te verbreden en de samenhang tussen verschillende concepten en onderwijsleerbenaderingen te vergroten. De resultaten van deze verdiepende literatuurstudie worden gepresenteerd in het volgende hoofdstuk, hoofdstuk 5.

Hoofdstuk 5

De concept-contextbenadering avant la lettre

5.1 Inleiding 132

5.2 Onderzoeksvraag voor de verdiepende literatuurstudie 133

5.3 Ontwikkeling van de concept-contextbenadering 136

Concept, context, praktijk en activiteit in de cultuurhistorische theorie 136

Concept, context, praktijk en activiteit in OLS 1 138

5.4 Conclusie 143

5.4.1 Nadere precisering van concepten 143

Het concept activiteit 143

Het concept handelingspraktijk 143

Het concept concept 144

Het concept context 144

Het concept recontextualiseren 144

5.4.2 De uitwerking van vakdidactische ontwerpcriteria in OLS 2 145

OC 4 Samenwerkend leren 145

OC 5 De probleemstellende benadering 145

OC 6 De concept-contextbenadering 145

5.5 Ontwerpvragen voor de tweede casestudie 146

Vragen over de introductie van het concept biodiversiteit 146

Ontwerpvraag 1 voor OLS 2 146

Vragen over de uitwerking van OC 4 en OC 5 146

Ontwerpvraag 2 voor OLS 2 147

Vragen over het recontextualiseren van het concept biodiversiteit 147

Ontwerpvraag 3 voor OLS 2 147

Vragen over de toets 148

Ontwerpvraag 4 voor OLS 2 148

5.1 Inleiding

De doelstelling van dit proefschrift is het ontwerpen van een theoretisch en praktisch gefundeerde onderwijsleerstrategie voor het wendbaar leren hanteren van het concept biodiversiteit in de bovenbouw biologie. Hiermee wordt beoogd een bijdrage te leveren aan de concept-contextbenadering in het biologieonderwijs. Uit de oriënterende literatuurstudie en de analyse van het concept biodiversiteit werden vijf ontwerpcriteria geformuleerd. In hoofdstuk 4 zijn deze vijf ontwerpcriteria uitgewerkt in een eerste versie van de onderwijsleerstrategie, OLS 1. In de eerste casestudie van het ontwikkelingsonderzoek is OLS 1 geëvalueerd. De algemene conclusie van de eerste casestudie was dat de leerdoelen in OLS 1 niet werden bereikt doordat de ontwerpcriteria niet adequaat waren uitgewerkt. De wijze waarop de criteria moeten worden geïmplementeerd om de gewenste leerdoelen te bereiken moet daarom worden aangepast. Bovendien gaf de eerste casestudie aanleiding om de rol van onderwijsleercontexten bij het ontwerpen van een effectieve probleemsequentie nader te onderzoeken.

De analyse van de gegevens van de eerste casestudie bracht vooral ontwerpfouten in de uitwerking van de vakdidactische ontwerpcriteria 'samenwerkend leren' en 'probleemstellend leren' aan het licht. OLS 1 kende een 'probleemsequentie' waarvan de opbouw niet effectief was doordat leerlingen zich niet konden inleven in de vragen en de antwoorden niet leidden tot vervolgvragen.

De eerste casestudie bevestigde de verwachting dat leerlingen met de werkdefinitie zouden kunnen leren werken. Dit bleek uit dialogen van een van de groepen leerlingen waarvan audio-opnamen waren gemaakt. Het gebruik van de werkdefinitie was echter fragmentarisch en werd niet doorgezet bij het bronnenonderzoek. De analyse van het schriftelijk werk van de klasgenoten van deze gemonitorde groep kon niet bevestigen dat de werkdefinitie werd gebruikt door andere leerlingen dan deze groep.

De eerste casestudie riep vragen op voor een verdiepende literatuurstudie. Deze vragen werden geformuleerd en toegelicht in §4.6; zie ook de toelichting op de onderzoeksfasering in hoofdstuk 2.

In dit hoofdstuk worden de resultaten besproken van de verdiepende literatuurstudie. In §5.2 wordt beargumenteerd waarom de concept-contextbenadering avant la lettre nader moet worden gearticuleerd om uitgewerkt te kunnen worden in OLS 2. De vragen van § 4.6 worden samengevat in een onderzoeksvraag voor de verdiepende literatuurstudie. In § 5.3 wordt de concept-contextbenadering als nieuw ontwerpcriterium ontwikkeld door op basis van de verdiepende literatuurstudie toe te lichten hoe vijf relevante concepten van de concept-contextbenadering worden gehanteerd in de uitwerking van OLS 2. In § 5.4 worden de in § 4.6 gestelde vragen met behulp van de ontwikkelde concepten herzien. Een deel van de vragen wordt beantwoord en een deel wordt opnieuw geformuleerd als ontwerpvragen voor de tweede casestudie.

5.2 Onderzoeksvraag voor de verdiepende literatuurstudie

Wanneer een leerdoel niet wordt bereikt, en de OLS op dat punt dus ineffectief blijkt, wordt naar een verklaring gezocht op basis waarvan de OLS kan worden aangepast. In §4.5.1 werden samenvattend drie manieren toegelicht waarop kan worden verklaard waardoor leerdoelen niet wordt bereikt:

1. de uitvoering van de OLA is onvoldoende; de verklaring voor ineffectiviteit wordt gevonden in een vergelijking tussen de geplande OLA en de uitgevoerde OLA;
2. de uitwerking van de ontwerpcriteria in de OLS is onvoldoende; de verklaring voor ineffectiviteit wordt gevonden in een vergelijking tussen de ontwerpcriteria en de uitwerking daarvan in een sequentie van OLA's;
3. de uitwerking van de algemene leertheorieën in ontwerpcriteria is onvoldoende; de verklaring voor ineffectiviteit wordt gevonden in een vergelijking tussen de algemene leertheorieën en de uitwerking daarvan in ontwerpcriteria.

In hoofdstuk 4 werd geconcludeerd dat OLS 1 ineffectief is gebleken met betrekking tot het hoofdleerdoel. De 4 vwo-leerlingen in de eerste casestudie leerden het concept biodiversiteit niet recontextualiseren. De ineffectiviteit van OLS 1 kan op de tweede manier worden verklaard. De ontwerpcriteria zijn niet adequaat uitgewerkt in de OLS. Bij de evaluatie van OLS 1 moest worden geconstateerd dat niet alle ontwerpcriteria die uit de oriënterende fase van het onderzoek naar voren waren gekomen in voldoende mate in OLS 1 waren uitwerkt. Hieronder wordt in een overzicht per ontwerpcriterium de stand van zaken weergegeven na de eerste caststudie.

In de oriënterende fase van het onderzoek zijn de ontwerpcriteria die betrekking hebben op het concept biodiversiteit, dat wil zeggen de *vakinhoudelijke* criteria OC 1, OC 2 en OC 3, voldoende uitgekristalliseerd. Deze criteria waren dan ook verder uitgewerkt in OLS 1 dan de *vakdidactische* ontwerpcriteria. De conclusies van de conceptuele analyse zijn echter niet ten volle benut, hoewel de casestudie aanleiding geeft om aan te nemen dat leerlingen de werkdefinitie wel kunnen aanleren (OC 3). De meerduidigheid en contextafhankelijkheid van het concept biodiversiteit moet echter meer benadrukt worden (OC 1). Mogelijk slaagt OLS 1 daar niet in doordat de betekenis van het concept biodiversiteit als index eenzijdig wordt benadrukt en de betekenissen 'natuur' en 'natuurlijke hulpbron' (OC 2) in OLS 1 niet in OLA's zijn uitwerkt. Hierdoor is de betekenis van het concept biodiversiteit in OLS 1 feitelijk eenduidig. De uitwerking van de conceptuele ontwerpcriteria vroegen na de eerste casestudie niet om nadere literatuurstudie.

De conclusies van de eerste casestudie over samenwerkend leren (OC 4) zijn eenduidig. Samenwerkend leren is in OLS 1 niet benut op een manier die het leren toepassen van de werkdefinitie ondersteunt. De theorie was echter uitgekristalliseerd en de werkvormen voor samenwerkend leren waren in de periode waarin de oriënterende fase van het onderzoek werd uitgevoerd reeds voldoende voor handen (Dees, 1990; Hamilton & Hansen, 1992; Johnson & Johnson, 1993; Mason, 1972; Slavin, 1996). De casestudie gaf inzicht in het belang van de dialoog en aanleiding tot aanpassingen. Voor OLS 2 zou gezocht moeten worden naar een effectievere methode om de leerlingen in dialoog te laten komen over het concept biodiversiteit.

Tabel 5.1 ***Ontwerpfouten in OLS 1 per ontwerpcriterium.*** Weergegeven zijn de nummers van de ontwerpcriteria (OC-nr.) in de linker kolom, de omschrijvingen van de ontwerpcriteria in de middelste kolom en de ontwerpfouten die in de eerste casestudie aan het licht zijn gekomen in de rechter kolom.

OC-nr.	Ontwerpcriterium	Ontwerpfouten
OC 1	Het concept biodiversiteit staat centraal als meerduidig en contextafhankelijk concept.	Niet op een adequate manier uitwerkt. Focus ligt meer op conflicterende handelingspraktijken in het Waddengebied, namelijk natuurbehoud versus gaswinning, dan op het concept biodiversiteit.
OC 2	Leerlingen moeten drie betekenissen van het concept biodiversiteit, namelijk 'natuur', 'natuurlijke hulpbron' en 'index', kunnen onderscheiden en gebruiken.	De betekenissen 'natuur' en 'natuurlijke hulpbron' komen onvoldoende aan de orde. Eenzijdige nadruk op het concept biodiversiteit in de betekenis van 'index'.
OC 3	Leerlingen moeten de werkdefinitie van het concept biodiversiteit als 'index' leren gebruiken.	Gebruik van de werkdefinitie door de meeste leerlingen alleen in de opdrachten ter oriëntatie op het concept biodiversiteit. Sommige leerlingen gebruiken de werkdefinitie ook na deze opdrachten zelfstandig. De werkdefinitie wordt niet benut bij het bronnenonderzoek. Het eigen maken door leerlingen van de werkdefinitie is onvoldoende uitgewerkt en niet effectief.
OC 4	Samenwerkend leren wordt toegepast om het gesprek tussen leerlingen over het concept biodiversiteit te stimuleren.	Samenwerking blijft beperkt tot taakverdeling, waardoor het accent in de leerlingendialoog in het begin van het bronnenonderzoek komt te liggen op organiseren en niet op het recontextualiseren van het concept biodiversiteit.
OC 5	De probleemstellende benadering wordt toegepast om de leerlingen de meerduidigheid en contextafhankelijkheid van het concept biodiversiteit als probleem te laten ervaren en de werkdefinitie als hulpmiddel.	Leerlingen ervaren de ontworpen vragen en antwoorden niet als eigen. Daardoor is de probleemstructuur niet effectief. De meerduidigheid van het concept biodiversiteit wordt niet als probleem ervaren, doordat OC 2 niet adequaat is uitgewerkt. Daardoor ontstaat niet de behoefte om het concept biodiversiteit te recontextualiseren. Vervolgens wordt de werkdefinitie niet ervaren als een nuttig hulpmiddel om het concept biodiversiteit preciserend te definiëren.

Een vergelijkbare redenering geldt voor de probleemstellende benadering (OC 5). Als onderwijsleerbenadering was de probleemstellende benadering uitgewerkt en onderzocht (Klaassen, 1995). Ten tijde van de oriënterende fase van het onderzoek (zie hst. 2) was de probleemstellende benadering ook nog onderwerp van verschillende lopende ontwikkelingsonderzoeken (Kortland, 2001; Vollebregt, 1998). In reflectie op de evaluatie van OLS 1 werd verondersteld dat de probleemstellende benadering veelbelovend was, maar beter uitgewerkt moest worden voor het wendbaar leren hanteren van het concept biodiversiteit.

De concept-contextbenadering avant la lettre is nog niet uitgewerkt en dus nog niet geëvalueerd in de eerste casestudie. Deze benadering was in de oriënterende fase van het onderzoek nog niet uitgekristalliseerd. Er was nog onvoldoende kennis beschikbaar voor een adequate uitwerking in OLA's. Het niet realiseren van de geformuleerde doelstellingen van OLS 1 is gedeelte terug te voeren op de beperkte uitwerking onderwijsleercontexten in de eerste lessenreeks.

Een aantal van de concepten die worden gehanteerd in de doelstelling van het onderzoek en in verschillende ontwerpcriteria, zijn in de periode tijdens en na het ontwikkelingsonderzoek uitgewerkt in de concept-contextbenadering. Deze periode besloeg in totaal ongeveer tien jaar. In de oriënterende fase van het ontwikkelingsonderzoek waren deze concepten echter nog onvoldoende uitgekristalliseerd. Deze concepten zijn mee-ontwikkeld in het ontwikkelingsonderzoek.

De verdiepende literatuurstudie waarvan in dit hoofdstuk verslag wordt gedaan, was relevant voor de uitwerking van het conceptuele kader van het ontwikkelingsonderzoek. In dit hoofdstuk is een selectie gemaakt van vijf concepten die ten eerste in de verdiepende literatuurstudie naar voren kwamen en ten tweede in reflectie op het ontwikkelingsonderzoek en in het licht van de uitgewerkte concept-contextbenadering het meest relevant bleken te zijn. Het betreft de volgende concepten.

- Het concept *activiteit* zoals gehanteerd in het concept 'onderwijsleeractiviteit'.
- Het concept *handelingspraktijk* zoals gehanteerd in de concepten 'beroepspraktijk' en 'wetenschappelijke praktijk'.
- Het concept *concept* zoals gehanteerd in de formulering 'het concept biodiversiteit'.
- Het concept *context* zoals gehanteerd in de concepten 'onderwijsleercontext' en 'contextafhankelijk'.
- Het concept *recontextualiseren* zoals gehanteerd in het leerdoel 'het concept biodiversiteit leren recontextualiseren'.

In de volgende paragraaf (§5.3) wordt de opbrengst van de verdiepende studie besproken op basis waarvan deze concepten zijn uitgewerkt voor OLS 2. De onderzoeksvraag voor de verdiepende literatuurstudie luidt:

DV 1c: Hoe moeten de concepten activiteit, handelingspraktijk, concept, context en recontextualiseren worden gepreciseerd en de kennisbasis van onderwijsleerbenaderingen 'samenwerkend leren', 'de probleemstellende benadering' en 'de concept-contextbenadering' worden verbreed om een effectieve OLS voor het wendbaar leren hanteren van het concept biodiversiteit te kunnen ontwerpen?

De uitwerking van deze vraagstelling wordt besproken in §5.3. De uitwerking vormt, samen met een nieuw perspectief op samenwerkend leren (OC 4) en de probleemstellende benadering (OC 5) dat voortkomt uit de ervaring van de eerste casestudie, de theoretische fundering voor OLS 2. In §5.4 wordt deze theoretische fundering gelegd door het beantwoorden van de ontwerpvragen uit de eerste casestudie.

5.3 Ontwikkeling van de concept-contextbenadering

In deze paragraaf worden vier concepten van de concept-contextbenadering uitgewerkt aan de hand van de literatuur die in de verdiepende fase van het onderzoek is bestudeerd.

Concept, context, praktijk en activiteit in de cultuurhistorische theorie
Aan de basis van de benadering van het concept context in dit proefschrift staat het artikel *From Context to Contextualizing* van Van Oers (1998b). Dit artikel heeft tot doel het concept context te verhelderen voor het hedendaagse onderwijsleertheoretisch denken.

Van Oers beschrijft hoe in het wiskundeonderwijs door Freudenthal contexten als probleemsituaties werden geïntroduceerd. Sinds begin jaren negentig komt er in leertheorieën steeds meer aandacht voor de contextgebondenheid van leren. Voor de gevorderde student is wiskunde zelf een activiteit die als context gaat functioneren. Het inzicht ontstaat dat leren geen cognitief proces is dat steeds volgens een beperkt aantal wetmatigheden verloopt, onafhankelijk van de *inhoud* van wat geleerd wordt en de *situatie* waarin geleerd wordt. De context van hetgeen geleerd wordt, bijvoorbeeld een concept, is nodig voor de constructie van betekenissen, *meaning making* genoemd, doordat de context van een concept zorgt voor specificatie en samenhang van betekenissen. Aan de hand van een context kan worden bepaald welke specifieke betekenissen van het concept relevant zijn en met welke kennis het concept samenhangt.

Volgens Van Oers is de aandacht voor context in het onderzoek naar onderwijsleerprocessen een goede stap in de richting van betere verklaringen voor die processen. Tegelijkertijd constateert Van Oers dat er verschillende betekenissen van het concept context in omloop zijn, of dat auteurs geen duidelijke definitie geven van context, waardoor het onderzoek naar de relatie tussen context en leren wordt belemmerd. Van Oers stelt de vraag wat nu precies de aard is van die 'betekenisconstruerende omgeving' waarin leren plaatsvindt.

Van Oers onderscheid drie benaderingen van het contextbegrip, namelijk 1) context als 'cognitieve structuur' of 'mentale omgeving', 2) context als 'situatie' of 'sociale omgeving', en 3) context als 'culturele activiteit', waarbij activiteit gedefinieerd wordt volgens de cultuurhistorische theorie als 'meta-persoonlijke, cultuurhistorische categorie voor de beschrijving van menselijk gedrag'. In de huidige concept-contextbenadering van de CVBO die ten grondslag ligt aan het nieuwe examenprogramma biologie voor havo en vwo worden *handelingspraktijken* als contexten beschouwd op de manier waarop Van Oers activiteit beschouwd als contexten (Boersma, Kamp, Van den Oever, & Schalk, 2010, p. 18, 90-92). Dit betekent ook het concept 'activiteit' in de concept-contextbenadering anders wordt gedefinieerd dan Van Oers dat doet. Binnen een handelingspraktijk voeren deelnemers een of meer activiteiten uit (*actions* in de cultuur-historische theorie). De handelingspraktijk kenmerkt zich als context (zoals bij Van Oers de activiteit) doordat de participanten in de handelingspraktijk zich bedienen van een gemeenschappelijke set doelen, middelen en regels. Een belangrijk middel of medium is de taal, waarbinnen concepten als hulpmiddelen worden beschouwd. Met behulp van concepten kunnen deelnemers aan een activiteit een aanzienlijke hoeveelheid samenhangende kennis verkorten en delen.

De eerste benadering van context die Van Oers in *From Context to Contextualizing* beschrijft staat bekend als cognitivisme. Bij het leren van nieuwe kennis moet de lerende persoon de nieuwe kennis inpassen in zijn of haar bestaande kennisstructuur, die betekenisverlenende context vormt voor de nieuwe kennis. In cognitivistisch onderzoek naar onderwijsleerprocessen ligt de nadruk veelal op thema's als voorkennis, betekenisvol leren, misconcepties en *conceptual change*. Deze benadering verklaart volgens Van Oers echter onvoldoende hoe betekenisconstructie precies tot stand komt. De benadering is daarvoor te individualistisch. Betekenisconstructie wordt door cognitivisten gesitueerd in het brein van het individu.

Volgens Van Oers staat ook in de tweede benadering, het constructivisme, het individu nog te veel centraal. De lerende persoon bepaalt aan de hand van de situatie welke handelingen voor hem of haar op dat moment betekenisvol zijn. Het vormgeven van leersituaties voor betekenisvol leren krijgt meer aandacht dan in cognitivistisch onderzoek naar leren en onderwijzen. Weliswaar wordt die persoon nu gesitueerd in een sociale omgeving (sociaal-constructivisme) en vindt de betekenisverlening niet meer uitsluitend in het hoofd van het lerende individu plaats, toch draait het om individuele betekenisverlening, afhankelijk van de interpretatie van de situatie door een individu.

Van Oers beargumenteert dat de cultuurhistorische benadering van het concept context beter kan verklaren hoe betekenisverlening tot stand komt. Een persoon (subject) handelt betekenisvol door in bepaalde situatie bepaalde mentale, verbale of fysieke objecten doelgericht te veranderen. Er is een dialectische relatie tussen subject en object, dat wil zeggen: hoe het object verandert door de handeling is niet alleen bepalend voor het object, maar ook voor het subjet. Doelen en middelen worden nu juist ontleend aan de handelingspraktijk waarin de handeling is ingebed. De activiteit (*activity*) is betekenisconstruerend voor de handeling (*action*). Binnen de huidige concept-contextbenadering geldt dezelfde betekenisconstruerende relatie tussen handelingspraktijk en concept. De betekenis van een concept wordt geconstrueerd door de deelnemers aan activiteiten binnen de handelingspraktijk die het concept in gebruiken als hulpmiddel bij het bereiken van hun doelen. Wittgenstein (1963) omschrijft deze betekenistheorie als *meaning is use.*

Leren wordt volgens de cultuurhistorische benadering betekenisvol als de 'leerhandelingen' volgens de interpretatie van de lerende persoon zijn ingebed in een handelingspraktijk. De handelingspraktijk wordt belichaamd door handelende personen. De handelingen zijn cultuurhistorisch bepaald. De handelingspraktijk manifesteert zich in de handelingen van die persoon op een bepaalde plaats en op een bepaald moment. Handeling en handelingspraktijk bepalen elkaar. De cultuurhistorische benadering van 'handelingspraktijk als context' erkent zowel de betekenisverlenende functie van de sociaal-culturele omgeving als de betekenisverlenende functie van de individuele interpretatie.

Het interpreteren van een gegeven situatie om te bepalen wat een betekenisvolle handeling is uit de set mogelijke handelingen die de handelingspraktijk biedt, noemt Van Oers *contextualiseren*. De context is nooit een vaststaand gegeven maar een product van de interpretatie van de handelende persoon in een bepaalde situatie. Contextualiseren is een voorwaarde voor betekenisverlening. Zonder eerst een context voor een handeling te construeren is er geen specificatie en samenhang

van betekenissen. Contextualiseren is een handeling op zichzelf, die volgens de opvatting van leren bij Vygotsky eerst collectief plaatsvindt, en pas daarna geïnternaliseerd en geautomatiseerd kan worden. Geautomatiseerde contextualisatie kan zo snel plaatsvinden dat het lijkt alsof een betekenisvol handelend persoon direct weet wat hij moet doen.

Recontextualiseren is een concept dat in een bepaalde context betekenis heeft gekregen, in een nieuwe context een nieuwe betekenis geven. Volgens Van Oers kan onderzoek naar dit proces een oplossing opleveren voor het transferprobleem. Het transferprobleem is het verschijnsel dat kennis aangeleerd in een bepaalde context niet gemakkelijk toepasbaar blijkt te zijn in een nieuwe context. Cognitivistisch en constructivistisch onderzoek stranden juist op dit probleem door te eenzijdige benaderingen van het contextbegrip.

> Contextualizing [is] a semiotic process of negotiation of meanings, in which both teacher and peers are involved by articulating their interpretations of the activity and the actions to be performed. In this case the actions to be performed are not articulated by a pregiven theoretical structure, but they are articulated in a process of discursive structuring by the participants in a community of learners (Van Oers, 1998b, p.483-484).

In de klassenpraktijk waarin volgens deze benadering wordt gewerkt is er veel dialoog tussen leerlingen en docent en/of lesmateriaal (tekst) en tussen leerlingen onderling. De dialoog geeft antwoord op vragen als: Wat staat hier precies? Wat betekent dit concept? Wat moeten we nu precies doen? Deze dialoog maakt de onderwijsleeractiviteiten 'tekstachtig'.

Het zou verhelderend zijn om in didactisch onderzoek handelingspraktijken als contexten te definiëren. De handeling is de belangrijke parameter voor het operationaliseren van onderwijsleerstrategieën. Van Oers formuleert een aantal onderzoeksvragen vanuit de cultuurhistorische benadering: Hoe ontdekken leerlingen de aard van een handelingspraktijk? Hoe breiden leerlingen handelingen binnen een handelingspraktijk uit in nieuwe richtingen, hoe genereren ze nieuwe perspectieven binnen die handelingspraktijk? Hoe voeren leerlingen semiotische activiteiten uit?

Concept, context, praktijk en activiteit in OLS 1

In OLS 1 wordt de relatie gelegd tussen concept en context volgens het principe van de *meaning is use* theorie (Jozefzoon, 1985) ontleend aan Wittgenstein (1963, §43 p.20, §421 p.120). Het concept biodiversiteit is contextafhankelijk, dat wil zeggen dat de betekenis die een concept krijgt, afhangt van de context waarin het concept wordt gehanteerd. Volgens Wittgenstein kan de betekenis van elk concept worden bepaald door het gebruik te onderzoeken. Betekenis staat niet los van het concept, de betekenisconstructie vindt plaats in het gebruik van een concept. In deze zin zou de uitspraak dat het concept biodiversiteit contextafhankelijk is, triviaal kunnen zijn. In triviale zin zijn alle concepten volgens de *meaning is use* theorie contextafhankelijk. Het concept biodiversiteit is echter ook meerduidig, in die zin dat er verschillende gebruikswijzen van het concept biodiversiteit bestaan in verschillende contexten. Afhankelijk van in welke context het concept biodiversiteit wordt gebruikt, heeft het concept dus een andere betekenis.

De *meaning is use* theorie dwingt geen specifieke benadering van het concept context af. Een tekst waarin het concept biodiversiteit wordt toegepast, kan binnen deze betekenistheorie als context

worden beschouwd zijn, evenals de cognitieve structuur van de auteur, of de beroepspraktijk waarbinnen die tekst een functie heeft, of een sociale situatie waarin de auteur van de tekst in discussie is met een ecoloog die het niet eens is met de wijze waarop de auteur het concept biodiversiteit heeft toegepast.

Welke betekenis heeft het concept context in OLS 1? Met andere woorden, hoe wordt het concept context toegepast in OLS 1?

- Het concept context wordt in OLS 1 niet toegepast volgens de concept-contextbenadering, maar in de betekenis van 'onderwerp', of 'thema'. Dit blijkt uit de taakverdeling tussen de groepen en de verwachting dat leerlingen verschillende preciserende definities zullen geven van het concept biodiversiteit binnen die verschillende 'contexten'.
- De betekenis van het concept context in OLA 1.2 staat daardoor dichtbij de cognitivistische betekenis zoals Van Oers deze analyseert. Er wordt gewerkt met teksten waarin het concept biodiversiteit een bepaalde betekenis heeft. De bedoeling daarvan is leerlingen te laten kennismaken met de meerduidigheid en contextafhankelijkheid van het concept biodiversiteit. Hoewel OLS 1 niet is gericht op het bereiken van *conceptual change* in de cognitieve structuur van de leerlingen, kan een tekst wel worden beschouwd als een cognitieve structuur op papier. Die structuur is een onderdeel van de taal en daarmee een onderdeel van de handelingspraktijk. Binnen bepaalde handelingspraktijken worden teksten gebruikt waarin het concept biodiversiteit wordt gehanteerd. Uit representatieve teksten is af te leiden hoe het concept biodiversiteit wordt gehanteerd door participanten binnen die handelingspraktijken, namelijk de auteur(s) en de lezers van die teksten. Vanuit dit uitgangspunt wordt in de eerste casestudie met representatieve tekstfragmenten gewerkt; zie OLA 1.2. Dit uitgangspunt wordt in dit onderzoek ook bij de analyse van het concept biodiversiteit gehanteerd. In hoofdstuk 3 werd het concept biodiversiteit geanalyseerd aan de hand van diverse representatieve documenten.
- Het concept context betekent in OLS 1 ook 'sociale situatie', zoals in de sociaalconstructivistische betekenis in de analyse van Van Oers, en ook wel 'probleemsituatie'. In OLA's waarin het de bedoeling is dat de betekenis van het concept biodiversiteit problematisch wordt en van leerlingen verwacht wordt dat zij de werkdefinitie toepassen, is sprake van een probleemsituatie. Deze situatie op zichzelf geeft echter geen betekenisverlenende informatie voor het recontextualiseren van het concept biodiversiteit.
- De meerduidigheid van het concept context in OLS 1 wijst erop dat het concept bij het ontwerpen van OLS 1 nog niet voldoende was uitgekristalliseerd. Toch wordt het concept context in OLS 1 ook toegepast in de betekenis van de cultuurhistorische theorie. OLA 1.5b, de 'discussie over biodiversiteit' op de conferentie, is ontworpen als onderwijsleeractiviteit waaraan leerlingen deelnemen die verschillende preciserende definities van het concept biodiversiteit hanteren. De verwachting was dat leerlingen met elkaar in dialoog zouden raken over de betekenis van het concept biodiversiteit en met behulp van de werkdefinitie een abstractere overkoepelende definitie zouden formuleren. Deze onderwijsleercontext kan beschouwd worden als een afgeleide van een handelingspraktijk en het is de OLA, de 'activiteit' of de afgeleide daarvan, de 'onderwijsleeractiviteit', die betekenisconstruerend

is voor het concept biodiversiteit. Het was de verwachting dat de leerlingen het concept biodiversiteit expliciet zouden 'recontextualiseren'. Er wordt in OLS 1 echter nog geen onderscheid gemaakt tussen 'contextualiseren' en 'recontextualiseren'. In het ontwerp van OLA 1.5b en het leerdoel 'recontextualiseren' zijn echter de contouren van de concept-contextbenadering te herkennen in de theoretische fundering van OLS 1.

Door het concept context toe te passen in de cultuurhistorische betekenis wordt het ontwerp van een OLS voor het wendbaar leren toepassen van het concept biodiversiteit in een ander perspectief geplaatst. Feitelijk is OLA 1.5b, de conferentie, niet uitgevoerd. De presentaties waren in orde, maar het kwam niet tot een discussie tussen de groepen. Het concept biodiversiteit en de werkdefinitie raakten tijdens het bronnenonderzoek (OLA 1.4) buiten beeld en kwamen in de presentaties (OLA 1.5a) niet aan de orde. Deze waarneming maakt het onwaarschijnlijk dat een adequatere uitvoering van de OLA 1.5b, het effectief stimuleren van de leerlingen om met elkaar in discussie te gaan, geleid zou hebben tot het recontextualiseren van het concept biodiversiteit. Daartoe bestond voor de leerlingen geen aanleiding.

Vanuit de probleemstellende benadering geredeneerd: een adequate uitvoering van OLA 1.5b was vanuit deze benadering niet mogelijk *doordat* de aanleiding voor de discussie in OLA 1.5a niet aanwezig was. De discussie had gestimuleerd moeten worden *doordat* de leerlingen de verschillende betekenis van het concept biodiversiteit als een probleem zouden ervaren.

In het ontwerp van OLS 1 wortelde de concept-contextbenadering nog onvoldoende in de cultuurhistorische theorie. Er was daardoor geen consequent verband tussen de bouwstenen van OLS 1. De volgende verbanden waren niet uitgekristalliseerd en daardoor niet adequaat uitgewerkt:

- het verband tussen het concept biodiversiteit en de onderwijsleeractiviteiten
- het verband tussen onderwijsleeractiviteiten en onderwijsleercontexten
- het verband tussen onderwijsleercontexten en handelingspraktijken.

Evenmin werd consequent vanuit de probleemstellende benadering geredeneerd. Het interpreteren van de concepten concept, context, activiteit en praktijk vanuit de cultuurhistorische theorie biedt mogelijkheden om samenwerkend leren en de probleemstellende benadering te combineren met de concept-contextbenadering.

Het valt buiten het bereik van dit proefschrift om de concepten concept, context, activiteit en praktijk uit te werken met een diepgang die bij benadering recht doet aan de cultuurhistorische theorie, die in de traditie staat van de Russische psycholoog Vygotskij, maar ook Nederlandse vertegenwoordigers kent, zoals Van Parreren, de grondlegger van de OGO-scholen, scholen voor Ontwikkelingsgericht Onderwijs op Vygotskiaanse grondslag (Van Parreren, 1983; Van Parreren, 1987). In de verdiepende literatuurstudie is gebruikgemaakt van uiteenlopende bronnen om de concept-contextbenadering avant la lettre in OLS 2 op consistente wijze te kunnen uitwerken. Naar de belangrijkste bronnen wordt hier verwezen.

Van Oers ontsluit onder meer de Russische literatuur en biedt een theoretische ingang in de cultuurhistorische theorie (Van Oers, 1987; Van Oers, 1995; Van Oers, 1998a; Van Oers, 1998b; Van Oers & Wardekker, 1999; Van Oers, 2005; Van Oers, 2001). Engeström, Cole en Kärkkäinen passen de cultuurhistorische theorie toe op leren van professionals in alledaagse werksituaties. Zij werken de theorie uit op een praktische manier die relevant kan zijn voor het schoolse onderwijs (Cole & Engeström, 1993; Engeström, 1991; Engeström, Engeström, & Kärkkäinen, 1995). Het werk van Wells (1995; 1997; 1999) is een rijke bron voor het ontwerpen van onderwijsleeractiviteiten waarin leerlingendialogen centraal staan. Wells ontwikkelt en onderzoekt onderwijs voor het Amerikaanse schoolvak *science*. Het werk van Wells is gebaseerd op de cultuurhistorische theorie en heeft als voorbeeld gediend voor het ontwerpen van OLS 2.

Van Aalsvoort heeft haar proefschrift gericht op het formuleren van ontwerpcriteria voor scheikundeonderwijs vanuit de cultuurhistorische theorie (Van Aalsvoort, 2000). Dit proefschrift verwijst naar de cultuurhistorische literatuur en heeft een index voor zowel personen als zaken, waardoor het bruikbaar is als naslagwerk.

> The main difference is that in a problem-posing approach pupils are encouraged to define the problem the want to work on and that their questions propagate the learning process, whereas in an activity-based approach the problem is given to them in their role of chemical analyst, researcher or designer (Van Aalsvoort, 2000, p.278).

Van Aalsvoort zet haar *activity-based approach* tegenover de probleemstellende benadering. Volgens Van Aalsvoort bestaat het verschil tussen beide benaderingen uit de manier waarop leerlingen worden gemotiveerd. De probleemstellende benadering volgens bovengenoemde onderzoeken (Klaassen, 1995; Kortland, 2001; Vollebregt, 1998) zou een algemene motivatie voor het vak bij leerlingen vooronderstellen, terwijl de leerlingen in de *activity-based approach* volgens Van Aalsvoort vanuit hun eigen groeiende betrokkenheid bij de maatschappij worden gemotiveerd. Aan deze betrokkenheid kan motivatie voor de onderwijsleeractiviteit worden ontleend door het leren te laten plaatsvinden in onderwijsleercontexten waarin de leerlingen de *rol* krijgen van deelnemer aan de beroepspraktijk of wetenschappelijke praktijk (Boersma, 2011, p.20; Van Oers & Wardekker, 1999, p.22).

Een keuze voor een bepaalde onderwijsleerbenadering is voor de doelstelling van dit proefschrift niet noodzakelijk. Voor het ontwerpen van een onderwijsleerstrategie voor het wendbaar leren hanteren van het concept biodiversiteit liggen de toepassing van probleemstellende benadering voor het ontwerpen van een effectieve probleemstructuur en de toepassing van de concept-contextbenadering voor het ontwerpen van effectieve structuur van onderwijsleeractiviteiten in elkaars verlengde.

Wanneer handelingspraktijken als contexten worden gedefinieerd, dan kunnen de daarvan afgeleide onderwijsleeractiviteiten gedefinieerd worden als onderwijsleercontexten. Een belangrijk inzicht uit de verdiepende literatuurstudie waarop het ontwerp van OLS 2 werd gebaseerd is het idee dat de onderwijsleeractiviteiten zelf 'contexten' zijn, in de cultuurhistorische betekenis van het concept, waaraan leerlingen per definitie deelnemen en de concepten die zij toepassen betekenis verlenen *door* ze toe te passen.

De centrale ontwerpvraag voor het ontwikkelen van een OLS voor het wendbaar leren hanteren van het concept biodiversiteit wordt dan hoe de OLA's voor OLS 2 moeten worden ingericht, zodat zij aan de volgende kenmerken voldoen:

- De leerlingen, en vanuit zijn rol ook de docent, nemen deel aan activiteiten waarbij zij op een bepaald moment ontdekken dat de tot dan toe ontwikkelde betekenis van het concept biodiversiteit bijgesteld moet worden om het doel van de OLA te kunnen bereiken. Het doel is bijvoorbeeld toeristen informeren over de gevolgen van menselijke activiteiten voor de biodiversiteit in het Waddengebied middels het publiceren van een informatiebrochure.
- Er vindt op dat moment een sprong plaats in de OLA, een verschuiving of *shift*, namelijk van doelgericht handelen naar middelgericht handelen, in dit geval taalgericht handelen, waarbij de taal wordt beschouwd als middel om het doel van de onderwijsleeractiviteit te bereiken. In de dialoog tussen de leerlingen onderling en tussen de leerlingen en de docent is deze shift waarneembaar: het onderwerp van het gesprek verschuift van het doelonderwerp, bijvoorbeeld de vraag wat er in de brochure moet komen te staan, naar het taalonderwerp waarmee de deelnemers op dat moment een probleem ervaren, het *concept* biodiversiteit.
- De leerlingen formuleren vragen naar aanleiding van het probleem en gaan daarover in discussie waarbij zij de werkdefinitie als instrument toepassen om het probleem op te lossen. Er vindt een shift terug van de taalgerichte handelingen naar de doelgerichte handelingen plaats zodra het probleem met het concept biodiversiteit naar tevredenheid van de deelnemers is opgelost.

OLA's die geschikt zijn om dit effect te bereiken zouden een oplossing kunnen zijn voor het leren recontextualiseren. Leerlingen recontextualiseren het concept biodiversiteit hardop in hun gesprekken. De docent kan voordoen en expliciet maken hoe de leerlingen moeten recontextualiseren door aan het gesprek deel te nemen. Waarschijnlijk is reflectie onder begeleiding van de docent nodig voordat leerlingen individueel op een schriftelijke toets deze 'sprong' kunnen maken. De OLA's zijn ontworpen om leerlingen kennis te laten maken met het concept biodiversiteit en hen het nut van het concept voor hun onderwijsleeractiviteit te laten ervaren. De activiteit geeft als context betekenis aan het concept biodiversiteit en roept ook doelgericht een (volgend) probleem op zodra de leerlingen de meerduidigheid en contextafhankelijkheid van het concept (weer) ervaren. Hierbij is het nieuwe inzicht van belang dat er sprake moet zijn van betekenisverschillen. Aangezien de betekenis bepaald wordt door de onderwijsleercontext, de gezamenlijke onderwijsleeractiviteit van de leerlingen en de docent, moet de OLS naast de probleemstructuur dus voorzien in een *concept-contextstructuur* en *contextwisselingen* waardoor het concept biodiversiteit van betekenis verandert. Een dergelijke structuur ontbrak geheel in OLS 1.

5.4 Conclusie

Het resultaat van de verdiepende literatuurstudie is de precisering van vier relevante concepten in de ontwerpvragen die na de evaluatie van OLS 1 zijn geformuleerd (zie §4.6). Verder heeft de literatuurstudie nadere aanwijzingen opgeleverd voor de uitwerking van de drie vakdidactische ontwerpcriteria 'samenwerkend leren' (OC 4), 'de probleemstellende benadering' (OC 5) en 'de concept-contextbenadering' als nieuw ontwerpcriterium (OC 6). In deze paragraaf worden de resultaten van de verdiepende literatuurstudie samengevat.

5.4.1 Nadere precisering van concepten

Het concept activiteit

Een activiteit is een samenhangende reeks handelingen door een persoon of een aantal personen met een bepaald doel en bepaalde middelen. Het concept activiteit is ontleend aan de cultuurhistorische theorie en heeft een kennisstructurerende functie in deze studie. Het concept activiteit wordt echter niet op dezelfde manier gehanteerd als in de cultuurhistorische theorie.

Tabel 5.2 ***Relatie concept-contextbenadering met de cultuurhistorische theorie met betrekking tot het concept activiteit als context.*** Weergegeven zijn de concepten handelingspraktijk, activiteit en onderwijsleeractiviteit volgens de concept-contextbenadering in de linker kolom, de corresponderende concepten volgens de cultuurhistorische theorie in de middelste kolom en de functie van de genoemde concepten volgens beide benaderingen in de rechter kolom.

Concept-contextbenadering	Cultuurhistorische theorie	Functie van het concept
Handelingspraktijk	Activiteit	Context
Activiteit	Actie	Context
Onderwijsleeractiviteit	Handeling	Onderwijsleercontext

De onderwijsleeractiviteit (OLA) is binnen de concept-contextbenadering een bijzonder type activiteit, namelijk een gearrangeerde activiteit waaraan leerlingen en een docent deelnemen in de omgeving van het formele leren op school. Het is de kleinste eenheid van onderzoek in deze studie.

Het concept handelingspraktijk

Het concept handelingspraktijk is ontleend aan de cultuurhistorische theorie. Een handelingspraktijk is een samenhangende verzameling activiteiten die mensen uitvoeren, waarbij zij samenwerken en gemeenschappelijke doelen en middelen hebben. Een belangrijk middel is de taal. Voorbeelden van handelingspraktijken zijn beroepspraktijken, zoals de fysiotherapie, de uitgeverij, de makelaardij, het natuurbeheer of de fruitteelt, en wetenschappelijke praktijken, zoals het medisch-wetenschappelijk onderzoek, het farmaceutisch onderzoek, het ecologisch onderzoek, het biochemisch onderzoek, of het landbouwtechnisch onderzoek. Dergelijke handelingspraktijken kennen vaak een vaktaal, een jargon. Activiteiten kunnen tegelijkertijd deel uitmaken van verschillende handelingspraktijken, waardoor handelingspraktijken elkaar overlappen.

Het concept concept

Het concept concept wordt in het vervolg van deze studie gehanteerd in de betekenis van begrip met een kennisstructurerende functie binnen een bepaalde handelingspraktijk. Concepten ontlenen hun betekenis aan het gebruik ervan door deelnemers aan een handelingspraktijk. Concepten kunnen deel uitmaken van een jargon. Met een concept wordt dan een aanzienlijke hoeveelheid samenhangende kennis verkort, waardoor de dialoog en daarmee de samenwerking tussen deelnemers aan de activiteiten binnen de handelingspraktijk wordt vereenvoudigd. Deze functie van concepten kan echter averechts werken. Wanneer deelnemers uit verschillende handelingspraktijken binnen een activiteit samenwerken, bijvoorbeeld een medewerker van de provincie, een lid van de Waddenvereniging, een estuariene ecoloog van het Nederlands instituut voor ecologie (NIOO), en een vertegenwoordiger van de Nederlandse Aardolie Maatschappij (NAM) in een debat over gasboringen in de Waddenzee, bestaat er een kans dat zij sommige concepten verschillend gebruiken. In dit voorbeeld zou dat het concept biodiversiteit kunnen betreffen. Een dergelijk concept heeft dan voor de ene persoon een andere betekenis dat voor de ander. Dat kan leiden tot onduidelijkheid in de dialoog, doordat het concept een aanzienlijke hoeveelheid kennis structureert, maar voor de verschillende partijen verschillende kennis. In zulke gevallen zal er een *shift* plaatsvinden in de dialoog tussen beide personen. De activiteit zal voor een bepaalde tijd gericht zijn op het verhelderen van het concept, zodat het concept weer functioneel wordt binnen de gezamenlijke activiteit.

Het concept context

In deze studie kan zowel een handelingspraktijk als een activiteit, hierboven omschreven, als context worden beschouwd. Een context is het geheel van handelingen, doelen en middelen die een persoon of personen nodig hebben om de betekenis van een concept te construeren.

Het concept recontextualiseren

Personen construeren een context om een concept betekenis te verlenen. Betekenisverlening bestaat uit het verbinden van (cognitieve) handelingen met de doelen en middelen van de activiteit waaraan de persoon deelneemt en waarvoor het concept wordt gebruikt. De persoon kan het concept op een betekenisvolle manier gebruiken als hij of zij voldoende informatie krijgt en voldoende kennis bezit om de context te construeren. Het cognitieve proces van het construeren van een context wordt contextualiseren genoemd. Een nieuwe context construeren voor een concept dat al betekenis heeft voor de persoon in een andere context, wordt recontextualiseren genoemd. Het concept krijgt dan een aanvullende of nieuwe betekenis. In het voorbeeld van het debat over gasboringen hierboven onder het kopje 'Het concept concept' gebeurt het recontextualiseren waarschijnlijk hardop, omdat het een vereiste is voor het doel van de activiteit 'debatteren over gasboringen in de Waddenzee' dat de deelnemende personen relevante concepten op gemeenschappelijke wijze hanteren.

Deze vijf concepten, namelijk activiteit, handelingspraktijk, concept, context en recontextualiseren, zijn bij het ontwerpen van OLS 1 in intuïtieve betekenis gehanteerd. In reflectie kan worden geconstateerd dat de gehanteerde concepten in de eerste casestudie niet onverenigbaar zijn met de hierboven gepreciseerde concepten, maar de concept-contextbenadering avant la lettre is als ontwerpcriterium in de eerste casestudie niet structurerend geweest. Daarnaast moet de

verklaring voor de lage effectiviteit van OLS 1 echter worden gezocht in de uitwerking van de vakdidactische ontwerpcriteria die al wel waren uitgewerkt, namelijk samenwerkend leren en de probleemstellende benadering. De uitwerking daarvan behoeft in OLS 2 eveneens verbetering.

In de volgende subparagraaf worden aanwijzingen gepresenteerd voor de uitwerking van de vakdidactische ontwerpcriteria in de tweede casestudie.

5.4.2 De uitwerking van vakdidactische ontwerpcriteria in OLS 2

Met de hierboven aangescherpte conceptuele gereedschap worden in deze subparagraaf aanwijzingen geformuleerd voor de uitwerking van de vakdidactische ontwerpcriteria in OLS 2.

OC 4 Samenwerkend leren

Samenwerking is geen doel, maar een middel om het concept biodiversiteit te leren recontextualiseren. Uit de evaluatie van OLS 1 is gebleken dat taakverdeling als vorm van samenwerking niet leidt tot dialoog over het concept biodiversiteit. Bij het ontwerpen van OLS 2 zal dus gezocht moeten worden naar vormen van samenwerkend leren die leiden tot dialoog over het concept biodiversiteit.

OC 5 De probleemstellende benadering

OLS 1 kent een probleemstructuur in de vorm van vragen en antwoorden per OLA. De vragen en antwoorden waren voor de leerlingen echter niet (voldoende) structurerend. De verdiepende literatuurstudie leidt tot het inzicht dat meerduidigheid van het concept biodiversiteit *voor de leerlingen zelf* moet ontstaan. Dit kan door de analyse van het concept biodiversiteit beter te benutten. Leerlingen moeten het concept biodiversiteit als index kunnen vergelijken met het concept biodiversiteit als 'natuur' en als 'natuurlijke hulpbron' (zie hoofdstuk 3). De definitiemethode en de werkdefinitie moeten pas worden aangeboden wanneer de meerduidigheid van het concept biodiversiteit door de leerlingen zelf als problematisch wordt ervaren.

OC 6 De concept-contextbenadering

De werkdefinitie is een hulpmiddel voor leerlingen om het concept biodiversiteit te recontextualiseren. Dit betekent bij nadere beschouwing dat zij het concept biodiversiteit al kennen in een bepaalde betekenis in een andere context. Bovendien moeten zij al bekend zijn met de meerduidigheid van het concept biodiversiteit, omdat zij de werkdefinitie van het concept biodiversiteit pas zullen gebruiken als daar wat hen betreft een noodzaak toe ontstaat. Voordat de leerlingen de werkdefinitie kunnen gebruiken om het concept biodiversiteit te recontextualiseren, moeten zij kennisgemaakt hebben met het concept biodiversiteit in twee verschillende betekenissen binnen twee verschillende contexten. Deze redenering leidt tot de hypothese dat er een sequentie van contexten, een contextstructuur moet worden ontworpen die de probleemstructuur effectief maakt.

De wisseling van contexten moet de leerlingen confronteren met het probleem van meerduidigheid van het concept biodiversiteit en de leerlingen op die manier motiveren tot het in onderlinge dialoog zoeken naar oplossingen. Vormen voor samenwerkend leren die leiden tot dialoog zijn noodzakelijk, maar niet voldoende. De voorwaarden voor recontextualiseren zijn wellicht te bereiken door de onderwijsleeractiviteiten te ontwerpen als onderwijsleercontexten en de probleemsequentie te ondersteunen met een contextuele structuur.

5.5 Ontwerpvragen voor de tweede casestudie

Naar aanleiding van de evaluatie van OLS 1 zijn vragen geformuleerd (§ 4.6) die leidden tot een onderzoeksvraag voor een verdiepende literatuurstudie (§ 5.2). In deze paragraaf worden deze vragen beantwoord die met de verdiepende literatuurstudie beantwoord kunnen worden. De vragen die nog niet kunnen worden beantwoord, worden met behulp van de ontwikkelde terminologie geherformuleerd als ontwerpvragen voor de tweede casestudie. Hiermee wordt de onderzoeksvraag van de verdiepende literatuurstudie beantwoord.

Vragen over de introductie van het concept biodiversiteit
In de eerste casestudie kregen de contexten natuurbeheer en gaswinning meer nadruk voor leerlingen dan het concept biodiversiteit. De leerlingen hebben eenzijdig kennisgemaakt met de betekenis van het concept biodiversiteit als 'index', de betekenissen 'natuur' en 'natuurlijke hulpbron' (zie hoofdstuk 3) kwamen niet aan bod. Daardoor zijn zij niet geconfronteerd met de contextafhankelijkheid en meerduidigheid van het concept biodiversiteit. Deze constateringen hebben geleid tot de volgende vragen (zie hoofdstuk 4, §4.6).

1. *Welke aanpassingen van de OLS leiden er toe dat leerlingen ervaren dat het concept biodiversiteit centraal staat in de onderwijsleeractiviteiten?*

2. *Welke aanpassingen van de OLS leiden er toe dat de contextafhankelijkheid en meerduidigheid van het concept biodiversiteit door de leerlingen als een probleem wordt ervaren in bepaalde contexten?*

De verwachting op basis van de verdiepende literatuurstudie is dat leerlingen het concept biodiversiteit meer als het centrale onderwerp zullen beschouwen en de meerduidigheid van het concept zullen ervaren als zij kennismaken met het concept in de betekenissen 'natuur' en 'natuurbehoud' voordat zij kennismaken met de betekenis van het concept biodiversiteit als 'index' en met de werkdefinitie gaan leren werken. De ontwerpvraag voor OLS 2 luidt:

Ontwerpvraag 1 voor OLS 2
Welk kenmerken heeft een uitvoerbare en effectieve OLS die tot effect heeft dat leerlingen de werkdefinitie van het concept biodiversiteit als 'index' ontwikkelen?

Vragen over de uitwerking van OC 4 en OC 5
In OLS 1 is gekozen voor twee vormen van samenwerking. In de eerste casestudie hebben de leerlingen in groepen opdrachten gemaakt (les 2 en 3). In de praktijk betekende dit dat de leerlingen hebben overlegd over de antwoorden. Daarna krijgen de leerlingen de opdracht om met hun groep een hoofdstuk voor een brochure te schrijven (les 4 en 5). Deze opdracht heeft geleid tot een taakverdeling. De leerlingen bleken te overleggen over de organisatorische vraag wie welke deelvraag zou gaan onderzoeken, maar niet over de inhoud. Na kort overleg gingen zij individueel met het bronnenonderzoek aan het werk. De evaluatie van OLS 1 leidde tot de volgende vragen (zie hoofdstuk 4, §4.6).

1. *Hoe moet samenwerkend leren (OC 4) worden uitgewerkt zodat leerlingen binnen een groep het concept biodiversiteit bespreken?*

2. *Hoe moet de probleemstellende benadering (OC 5) worden uitgewerkt zodat leerlingen na de oriëntatie op het concept biodiversiteit de definitiemethode en de werkdefinitie van het concept biodiversiteit als 'index' als een oplossing zien voor het door hen ervaren probleem en het concept biodiversiteit preciserend definiëren met behulp van de werkdefinitie?*

De verdiepende literatuurstudie heeft geresulteerd in meer samenhang tussen de onderwijsleerbenaderingen 'samenwerkend leren' en 'de probleemstellende benadering'. Bij het ontwerpen van OLS 2 wordt rekening gehouden met de verwachting dat samenwerkend leren dialoog kan stimuleren, maar dat leerlingen zelf het probleem van de meerduidigheid van het concept biodiversiteit moeten ervaren, zodat zij de werkdefinitie daarvoor als oplossing zien en er daadwerkelijk mee gaan werken. De toegenomen samenhang tussen de onderwijsleerbenaderingen leidt te herformulering van de vragen. Dit resulteert in onderstaande ontwerpvraag voor de tweede casestudie.

Ontwerpvraag 2 voor OLS 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?

Vragen over het recontextualiseren van het concept biodiversiteit
Tijdens de eerste casestudie werd duidelijk dat de doelstellingen 'leren recontextualiseren' en 'het wendbaar leren hanteren van het concept biodiversiteit' niet duidelijk waren voor de leerlingen, noch voor de docent. De doelstellingen waren nog in intuïtieve termen geformuleerd. Dit leidde tot de volgende vragen (zie hoofdstuk 4, §4.6).

1. *Hoe kunnen deze doelstellingen preciezer worden omschreven, zodat duidelijker wordt hoe de OLS moet worden aangepast om deze doelstellingen te bereiken?*

2. *Hoe kan de werkdefinitie en de toepassing daarvan worden aangeleerd, zodat leerlingen het als hulpmiddel kunnen gebruiken bij het recontextualiseren van het concept biodiversiteit bij (gezamenlijk) bronnenonderzoek en op een individuele toets?*

Ontwerpvraag 3 voor OLS 2
Welk kenmerken heeft een uitvoerbare en effectieve OLS die tot effect heeft dat leerlingen het concept biodiversiteit leren recontextualiseren?

Vragen over de toets

De eerste casestudie was achteraf beschouwd een pilot studie waarin een aantal vooral vakinhoudelijke ontwerpideeën werd uitgeprobeerd in de klassenpraktijk. De onderzoeksactiviteiten waren nog onvoldoende gericht op het toetsen van een OLS, waardoor het meten van individuele leerresultaten te weinig aandacht kreeg. De theorielessen over ecologie werden individueel schriftelijk getoetst. Deze toets werd echte niet benut om te toetsen of de leerlingen hadden geleerd het concept biodiversiteit te recontextualiseren. Bij de analyse van de gegevens werd duidelijk dat aan hand van de werkstukken niet achterhaald kon worden hoeveel leerlingen van de klas de leerdoelen hadden bereikt. Dit hiaat in de gegevens werd gerelativeerd door het feit dat in slechts weinig werkstukken preciserende definities van het concept biodiversiteit werden gepresenteerd. De kans dat de leerlingen op een toets het concept biodiversiteit hadden kunnen recontextualiseren, is achteraf vermoedelijk niet groot geweest. Interviews met de leerlingen van twee groepen gaven inderdaad de bevestiging dat de OLA's voor het aanleren van de definitiemethode en de werkdefinitie niet effectief waren geweest. De leerlingen hadden de opdrachten over biodiversiteit in les 2 en 3 als oponthoud ervaren en beslist niet als de inhoudelijke kern van de lessenreeks. De evaluatie van OLS 1 gaf aanleiding tot meer aandacht voor individuele toetsing van de leerdoelen in de tweede casestudie (zie hoofdstuk 4, §4.6). Op basis van de verdiepende literatuurstudie kon de volgende vraag geformuleerd worden.

Ontwerpvraag 4 voor OLS 2

Wat zijn kenmerken van relevante toetsvragen om te toetsen hoe en in welke mate leerlingen hebben geleerd het concept biodiversiteit te recontextualiseren?

In hoofdstuk 6 worden de bevindingen van hoofdstuk 4 en 5 uitgewerkt in OLS 2 en geëvalueerd in de tweede casestudie.

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
Recontextualiseringen 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 Ontwerpvragen en aanpassingen derde casestudie ... 221
Ontwerpvraag 1 voor OLS 3 ... 221
Ontwerpvraag 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 ontwerpvragen 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 ineffectieve 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 ontwerpcriteria 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 ontwerpcriteria 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 'meerduidigheid 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**
Leerlingen hebben de meerduidigheid 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'.	*Contextstructuur toevoegen.* § 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.
Leerlingen hebben weinig verband ervaren tussen de OLA.	*Probleemstructuur aanpassen (1).* §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.
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.	*Probleemstructuur aanpassen (2).* § 5.4 vraag 7 en 8; OC 5 en OC 6 Leerlingen de werkdefinitie in stappen laten ontwikkelen, zodat het instrument wordt eigengemaakt.
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.	*Samenwerkend leren toepassen.* § 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.
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.	*Toetsen toevoegen* § 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.

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 ***OLS 2*** 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.

C 2.1 Taxonomie: classificeren van soorten naar verwantschap aan de hand van vormkenmerken **V 2.1** Wat betekent het concept biodiversiteit? **A 2.1** Eenvoudig concept: biodiversiteit is eenheid en verscheidenheid in de levende natuur	**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. **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 schrijfopdracht over biodiversiteit. **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.
L 2.1 leerlingen kunnen voorbeelden noemen van biodiversiteit in de betekenis van "eenheid en verscheidenheid in de levende natuur" (M) **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) **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)	
C 2.2 Taxonomie (C 2.1) **V 2.2** Wat betekent het concept biodiversiteit voor een taxonoom? **A 2.2** Rijkspecifiek concept, soortenrijkdom, "eenheid en verscheidenheid", leerlingen geven eigen omschrijvingen van taxonomische diversiteit voor hun eigen Rijk	**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. **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.

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 biodiversiteitbegrip 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

V 2.3 Wat betekent het concept biodiversiteit in de ecologie?

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

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

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

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 biodiversiteitbegrip 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

V 2.4 Welk biodiversiteitsconcept is hanteerbaar voor de adviescommissie?

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

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 biodiversiteitbegrip met de vier componenten om een strategie voor dit doel te bedenken.

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

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

C 2.5 Ecologie: specialistencommissies adviseren over de gevolgen voor biodiversiteit van proefboringen naar gas in het Waddengebied **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? **A 2.5** Uit het advies blijkt een flexibele toepassing van een in eigen woorden geformuleerd biodiversiteitsconcept met alle componenten van de werkdefinitie.	**OLA 2.11 Huiswerk (duo's) - Ruggespraak** Tweetallen bespreken hun individuele ervaringen in de adviescommissies. Zij bespreken de nieuwe definities van biodiversiteit en bepalen hun strategie voor de volgende commissievergadering. **OLA 2.12 Groepswerk - Commissieoverleg** De adviescommissies formuleren hun advies. Zij maken daarbij gebruik van de *werkdefinitie* en hun eigen – specifiekere – definities van biodiversiteit. **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.
L 2.13 leerlingen kunnen heen-en-weer denken tussen specifiekere en algemenere ecologische biodiversiteitbegrippen door vier dimensies van de door hen zelf ontwikkelde *werkdefinitie* meer of minder specifiek in te vullen: biologische eenheden, abundantie, tijd en plaats (W) **L 2.14** leerlingen kunnen heen-en-weer denken tussen taxonomische en ecologische diversiteitbegrippen via de dimensies tijd en plaats: deze ontbreken bij definities van taxonomische biodiversiteitbegrippen, en zijn noodzakelijk zijn het meten van ecologische diversiteit (M, W en R; zie ook leerdoel L 2.8) **L 2.15** leerlingen kunnen uitleggen dat het concept biodiversiteit *flexibel* is en dat de precieze betekenis afhangt van wat men met het concept doet[2], en zij kunnen daarvan verschillende voorbeelden geven: een taxonomisch biodiversiteitbegrip en een ecologisch biodiversiteitbegrip (M) **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)	
C 2.6 Dagelijkse praktijk: dagblad lezen, populairwetenschappelijk artikel interpreteren **V 2.6** Wat bedoelt de auteur met het concept biodiversiteit? **A 2.6** Toepassen flexibel biodiversiteitsconcept, componenten: soortenrijkdom, "aantal individuen per soort", ruimte en tijd	**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. **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.
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)	

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 → V-A → *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* → 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 voor[3]. 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 puzzelmethode[4].

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 jigsawmethode[5] (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	*Klassikaal - Inleiding*	*10'*
	OLA 2.1 Klassikaal - Plaatsbepaling	10'
	OLA 2.2 Duo's - Voorstudie preparaten	20'
	Opdracht (1) Kenmerken (I)	*15' werkblad*
	OLA 2.3 Klassikaal - Onderwijsleergesprek	5'
Les 2	**OLA 2.4** Individueel en Duo's - Practicum	120'
	Duo's - Opdracht (2) Kenmerken (II)	*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	*Klassikaal - Inleiding op groepsopdracht*	*10'*
	OLA 2.10 Groepswerk - Commissieoverleg	35'
	Klassikaal - Evaluatie van het groepsoverleg	*15'*
Les 5	**OLA 2.11** Huiswerk (duo's) - Ruggespraak	30' huiswerk
	Klassikaal - Ruggespraak (i.p.v. huiswerk)	*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 *wordt uitgebreid* tot soortenrijkdom en abundantie: aantal soorten, en aantal individuen per soort.
Dynamische verscheidenheid in een gebied	Het concept biodiversiteit *wordt uitgebreid* tot soortenrijkdom en abundantie in een gebied met een bepaalde dynamische veranderlijkheid.
Biodiversiteitsindex	Het concept biodiversiteit wordt *geoperationaliseerd* 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	Parapluutjesmos 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 groepswerk, 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 overlapten 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 gegeven[6]. 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][7] 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/proefschriftdaanvanweelie/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 kenmerkenschema 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 kenmerkenschema van de vorige les, dat nog op het bord staat, niet meer aangepast. Het kenmerkenschema 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 stapt 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 1998[8].

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 [L_9] 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 ‘positiefheid’ of de ‘negatiefheid’, 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' bruikbaarder 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 bruikbaarder 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 huiswerkepisode 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 hoef 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 eigelijk 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 (*les 3, 4 en 5 absent*)
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, áls 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 zeehonden… (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 hoef 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 zeehonden 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 zeehondjes 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 gastboringen 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 FIsme[10].

[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/proefschriftdaanvanweelie/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 ecoloog, 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 soortsamenstelling 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 fundamenten 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 benaderukken 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) besteed 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 verwart 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 wadgasboringen[11] 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 verwart 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 recontextualiseringen 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 recontextualiseringen 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 recontextualiseringen 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 bekritiseren 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	**Het concept biodiversiteit als 'index':** het concept biodiversiteit wordt niet genoemd, of niet in de betekenis van 'index'; heeft een andere conceptuele kern. **Betekeniscomponenten**: geen van de betekeniscomponenten van de werkdefinitie komen voor in het antwoord, of de componenten worden niet functioneel gehanteerd. **Verband tussen componenten**: er wordt geen verband gelegd tussen de al dan niet componenten. **Concept-context**: het antwoord legt geen verband tussen de nieuwe context en de betekeniscomponenten van het concept biodiversiteit.
Matig	**Het concept biodiversiteit als 'index':** het concept biodiversiteit wordt genoemd in de betekenis van 'index'. **Betekeniscomponenten**: een van de vier betekeniscomponenten van de werkdefinitie komt voor in het antwoord en wordt functioneel gehanteerd. **Verband tussen componenten**: er wordt geen verband gelegd tussen de al dan niet componenten. **Concept-context**: het antwoord legt een verband tussen de nieuwe context en de betekeniscomponent van het concept biodiversiteit.
Voldoende	**Het concept biodiversiteit als 'index':** het concept biodiversiteit wordt genoemd in de betekenis van 'index'. **Betekeniscomponenten**: twee van de vier betekeniscomponenten van de werkdefinitie komen voor in het antwoord en worden functioneel gehanteerd. **Verband tussen componenten**: er wordt een verband gelegd tussen de twee genoemde componenten. **Concept-context**: het antwoord legt een verband tussen de nieuwe context en twee betekeniscomponenten van het concept biodiversiteit.
Ruim voldoende	**Het concept biodiversiteit als 'index':** het concept biodiversiteit wordt genoemd in de betekenis van 'index'. **Betekeniscomponenten**: drie van de vier betekeniscomponenten van de werkdefinitie komen voor in het antwoord en worden functioneel gehanteerd. **Verband tussen componenten**: er wordt een verband gelegd tussen de genoemde componenten. **Concept-context**: het antwoord legt een verband tussen de nieuwe context en drie betekeniscomponenten van het concept biodiversiteit.
Goed	**Het concept biodiversiteit als 'index':** het concept biodiversiteit wordt genoemd in de betekenis van 'index'. **Betekeniscomponenten**: de vier betekeniscomponenten van de werkdefinitie komen voor in het antwoord en worden functioneel gehanteerd. **Verband tussen componenten**: er wordt een verband gelegd tussen de genoemde componenten. **Concept-context**: het antwoord legt een verband tussen de nieuwe context en de vier betekeniscomponenten van het concept biodiversiteit.

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 gerecontextualiseert 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 recontextualiseringen per leerling per component 'soortenrijdom' (S), 'abundantie' (A), 'ruimte' (R) en 'tijd' (T) voor opdracht b en c en in totaal is weergeven. 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 recontextualiseringen per leerling weergegeven in de onderste rij. Het gemiddelde aantal recontextualiseringen 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 recontextualiseringen betreft de component 'soortenrijkdom' (S). Dit aantal is tweemaal zo groot als het aantal recontextualiseringen van 'ruimte' (R) en 'tijd' (T). Slechts 8 van de 106 recontextualiseringen 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 recontextualiseringen 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.

Recontextualiseringen 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 ontwerpvragen 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 ontwerpvragen 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 ontwerpvragen zijn ontwikkeld. Tabel 6.1 hierboven geeft de belangrijkste aanpassingen weer in relatie tot de geconstateerde ontwerpproblemen 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, aangeven 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 voor ligt 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 zin, dus welke ontwerpvragen 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 ontwerpvragen 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	Voorbereiding op het snijpracticum (SE). Duo's	Goed	Voorbereiding 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 kenmerkenschema (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 groepswerk (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.
Geen leereffect van de toets gemeten	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 becommentariëren.

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 recontextualiseringen 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 groepsgesprek. 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 aselect 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 groepsgesprekken 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 groepsgesprekken 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 dan 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.

Hoofdstuk 7

Derde casestudie

7.1 Inleiding 224

7.2 Bevindingen uit de voorafgaande onderzoeksfasen 225

7.3 OLS 3 en de derde lessenreeks 227

7.3.1 Uitwerking van OLS 3 230

7.3.2 De geplande derde lessenreeks 236

7.4 Derde casestudie: evaluatie van OLS 3 240

7.4.1 De lessenreeks 241

Uitvoering les 1 241

Uitvoering les 2 en 3 244

Uitvoering les 4 248

Uitvoering les 4 en 5: vogeldiversiteit 256

Les 6 Oefenen met recontextualiseren 271

7.4.2 De toets 283

7.5 Conclusies en aanpassingen 290

7.5.1 Conclusies met betrekking tot de uitvoerbaarheid en effectiviteit van de OLA's 291

Conclusies per werkvorm 291

7.5.2 Conclusies met betrekking tot de effectiviteit van de OLS 297

Effectiviteit met betrekking tot de ontwikkeling van de werkdefinitie 297

Effectiviteit met betrekking tot recontextualiseren 298

Effectiviteit met betrekking tot het recontextualiseren op de toets 298

Reflecties met betrekking tot de resultaten op de toets 299

7.5.3 Conclusies met betrekking tot de uitwerking van de ontwerpcriteria 300

OC 1: Het concept biodiversiteit 300

OC 2: Natuur, natuurlijke hulpbron en index 300

OC 3: de werkdefinitie 301

OC 4: samenwerkend leren 301

OC 5: de probleemstellende benadering 301

OC 6: de concept-contextbenadering 302

7.6 Tot besluit 303

7.1 Inleiding

Hoofdstuk 7 doet verslag van de evaluatie van de derde aangepaste versie van de onderwijsleerstrategie (OLS 3). OLS 3 wordt geoperationaliseerd in een lessenreeks die wordt uitgevoerd door twee docenten, elk in hun eigen 4 havo-klas. De analyse van de verzamelde gegevens over de uitgevoerde onderwijsleeractiviteiten (OLA's) wordt evenals in hoofdstuk 4 en 6 geïllustreerd met fragmenten van leerlingendialogen. Doelstelling van de evaluatie is het testen van OLS 3 op uitvoering en effectiviteit. De uitvoering is voorwaardelijk voor het bepalen van de effectiviteit. Hoe beter de uitvoering, hoe betrouwbaarder de conclusies ten aanzien van de effectiviteit. De effectiviteit van de OLS heeft kwalitatieve en een kwantitatieve component. De OLS is effectief, maar slechts in geringe mate, als aannemelijk kan worden gemaakt dat een leerling door de OLS de vier componenten van de werkdefinitie van het concept biodiversiteit leert recontextualiseren. Als een of meer leerlingen minder dan alle vier de componenten leren recontextualiseren, is de OLS slechts gedeeltelijk effectief te noemen. De OLS is in hogere mate effectief naarmate meer leerlingen het concept biodiversiteit kunnen recontextualiseren op de toets. In de eerste plaats wordt geëvalueerd hoe leerlingen de betekenis van het concept biodiversiteit leren recontextualiseren en aan welke kenmerken van de OLS dit leerproces kan worden toegeschreven. In de tweede plaats wordt naar de resultaten op de individuele schriftelijke toets gekeken, dat wil zeggen hoe leerlingen recontextualiseren in hun antwoorden op de toets en in welke mate.

In §7.2 wordt besproken welke onuitvoerbare of ineffectieve onderdelen van OLS 2 moeten worden aangepast in OLS 3. De aanpassingen worden in §7.3.1 uitgewerkt in OLS 3 en in §7.3.2 geoperationaliseerd in de derde lessenreeks. In deze paragraaf worden eveneens de verwachtingen omtrent het leerproces en de leerresultaten toegelicht.

Ten einde conclusies te kunnen generaliseren naar de bovenbouw biologie, leek het wenselijk casestudies in verschillende leerjaren uit te voeren. Uitgangspunt was dat de verschillende versies van de OLS onderling zouden kunnen worden vergeleken ongeacht de doelgroep van de casestudie, door de kenmerken van de OLS te abstraheren van de situatie-specifieke kenmerken van de lessenreeksen. De doelgroep, leerjaar en onderwijsniveau, werden tot de situatie-specifieke kenmerken gerekend. Dit uitgangspunt maakte het van ondergeschikt belang in welke leerjaren en niveaus de casestudies werden uitgevoerd, zolang het bereik in verband met de gewenste generaliseerbaarheid zo groot mogelijk was. In welke volgorde de verschillende doelgroepen elkaar opvolgden, kon zonder zwaarwegende bezwaren mede bepaald worden door de beschikbaarheid van de deelnemende docenten. Dit was een voordeel voor de organiseerbaarheid van het onderzoek. De wisselingen in leerjaren en onderwijsniveaus hadden echter ook consequenties voor het ontwerpen van nieuwe versies van de OLS. De relevante verschillen tussen 4 vwo in de eerste casestudie en 6 vwo in de tweede casestudie, waarmee rekening moest worden gehouden bij de aanpassing OLS 1 naar OLS 2, waren kleiner dan de verschillen tussen 6 vwo en 4 havo bij de aanpassing van OLS 2 naar OLS 3. Bovendien had de doelgroep in de tweede casestudie een hoger onderwijsniveau dan in de eerste casestudie, terwijl de 4 havo-leerlingen in de derde casestudie juist minder biologieonderwijs hadden genoten dan de 6 vwo-leerlingen in de tweede

casestudie, hoewel niet minder dan de 4 vwo-leerlingen in de eerste casestudie. Daarom wordt in hoofdstuk 7, met name in §7.3.2, op relevante punten onderscheid gemaakt tussen enerzijds de componenten van de OLS die generaliseerbaar zijn voor de bovenbouw biologie in het havo en vwo, en anderzijds de componenten van OLS 3 die specifiek zijn ontworpen voor 4 havo. In hoofdstuk 2 is dieper ingegaan op dit aspect van het onderzoeksdesign.

De methode van dataverzameling is in de derde casestudie niet gewijzigd ten opzichte van de tweede casestudie. Deze methode is beschreven in hoofdstuk 2. In hoofdstuk 7 worden keuzes met betrekking tot de methode die specifiek zijn voor de derde casestudie toegelicht wanneer dit relevant is voor de evaluatie.

In §7.4 wordt de evaluatie van OLS 3 besproken en geïllustreerd met representatieve dialoogfragmenten uit de lessen. Bij de bespreking wordt de verhaallijn van de lessenreeks gevolgd. In §7.5 worden uit de evaluatie van OLS 3 conclusies getrokken die de onderbouwing vormen van de definitieve OLS voor het recontextualiseren van het concept biodiversiteit welke wordt geformuleerd in hoofdstuk 8.

7.2 Bevindingen uit de voorafgaande onderzoeksfasen

De evaluatie van OLS 2 geeft weliswaar aanleiding tot herziening van de minder uitvoerbare en minder effectieve OLA's van de OLS, maar er zijn ook aanwijzingen gevonden voor de effectiviteit van de OLS. Met name het bewerken van een authentieke handelingspraktijk tot een realistische context, zodat leerlingen het beoogde leerresultaat kunnen realiseren, binnen de concept-contextbenadering *contextuele transpositie* genoemd (Boersma, 2011, p.45-52), en het organiseren van *contextwisselingen* volgens de probleemstellende benadering, lijkt veelbelovend voor het wendbaar leren hanteren van het concept biodiversiteit. In de derde casestudie gaat het vooral om de verfijning van de OLS.

Tabel 7.1 ***Relatie tussen de ontwerpfouten in OLS 2 en verbeteringen in OLS 3.*** In kolom 2 is aangeven met welke ontwerpcriteria de verbeteringen corresponderen (OC 1 t/m OC 6).

Ontwerpfouten in OLS 2	**Verbeteringen in OLS 3**
Ontwerpfout 1 Er is verwarring over de betekeniscomponenten 'verscheidenheid' en 'biologische eenheden'. Deze concepten zijn niet consequent gehanteerd in de tweede casestudie. De componenten 'soortenrijkdom' of 'aantal soorten' werd soms gehanteerd in plaats van 'verscheidenheid' en 'aantal individuen per soort' (abundantie) werd soms gehanteerd in plaats van 'biologische eenheden'.	*Verbetering 1: formulering en functie werkdefinitie* (OC 3). In OLS 3 is gekozen voor eenduidigheid met betrekking tot de werkdefinitie. De specifiekere definitie van het concept biodiversiteit als 'index' waarin 'biologische eenheden' zijn gespecificeerd als 'soorten'. In de docentenhandleiding wordt de werkdefinitie geformuleerd als 'het aantal soorten en aantal individuen per soort in een bepaald gebied op een bepaald tijdstip'.
Ontwerpfout 2 Leerlingen hebben de meerduidigheid en contextafhankelijkheid van het concept biodiversiteit niet ervaren doordat het concept biodiversiteit eenzijdig werd aangeboden in de betekenis van 'index'. Er zijn in OLS 2 wel contexwisselingen waarbij de conceptuele kern van het concept biodiversiteit wordt uitgebreid, maar deze verandert niet.	*Verbetering 2: meer realistische onderwijsleercontexten aan de contextstructuur toevoegen* (OC 1 en OC 6). Leerlingen laten kennismaken met contextwisselingen waarbij de conceptuele kern verandert door de OLA's af te leiden van verschillende handelingspraktijken waarin het concept biodiversiteit wordt gehanteerd in de betekenissen 'natuur', 'natuurlijke hulpbron' en 'index'. De conceptuele kern van het concept biodiversiteit als 'index' wordt daarna uitgebreid van eenvoudig naar complex, tot de complete werkdefinitie is ontwikkeld.
Ontwerpfout 3 Leerlingen hebben weinig schriftelijk vastgelegd van de resultaten van de OLA.	*Verbetering 3: probleemstructuur* (OC 5). Klassikale OLA's inpassen waarbij het beantwoorden van de vragen van leerlingen over het concept biodiversiteit die ontstaan door contextwisselingen centraal staat.
Ontwerpfout 4 Het aanbieden van de werkdefinitie via een theoretische tekst in les 4, om het tot dan toe ontwikkelde concept aan te vullen met 'abundantie', heeft niet geleid tot het gewenste leereffect. Slechts de helft van de leerlingen recontextualiseert 'abundantie' of 'aantallen individuen per soort' in hun antwoorden op de toets. Deze leerlingen recontextualiseren de andere drie componenten veel vaker.	*Verbetering 4: probleemstructuur en contextstructuur* (OC 5 en OC 6). Leerlingen het complete concept van biodiversiteit conform de werkdefinitie in stappen laten ontwikkelen, zodat het instrument eigen wordt gemaakt.
Ontwerpfout 5 De context van gaswinning in het Waddengebied, het onderzoeken van de gevolgen voor de biodiversiteit en het uitbrengen van advies, was te breed voor 6 vwo. De leerlingen konden bedenken hoe biodiversiteit moet worden gemeten voor het advies, maar het ontbreken van voldoende kennis om het advies ook te geven, werkte demotiverend.	*Verbetering 5: Informatie over de context* (OC 6) De onderwijsleeractiviteit verder inperken voor de leerlingen. De context aangeven waarin de activiteit betekenisvol is en tegelijkertijd de leerling meer informatie geven die nodig is voor de OLA. Niet alleen moet duidelijk zijn waarom de leerling de volgende OLA gaat ondernemen (probleemstructuur), maar ook welke context-gerelateerde kennis daarbij nodig is en welke handelingen.
Ontwerpfout 6 De docent moest vaak improviseren om met de klas te kunnen reflecteren op een voorafgaande OLA.	*Verbetering 6: docentenhandleiding* Schriftelijke neerslag, definities van leerlingen, in de klassikale reflectie vergelijken met de werkdefinitie.

In de tweede casestudie ontstond verwarring over de betekeniscomponenten 'verscheidenheid' en 'biologische eenheden'. Deze componenten zijn in de tweede casestudie niet consequent gehanteerd. De componenten 'soortenrijkdom' of 'aantal soorten' werd soms gehanteerd in plaats van 'verscheidenheid' en 'aantal individuen per soort' (abundantie) werd soms gehanteerd in plaats van 'biologische eenheden'. De genoemde alternatieve componenten zijn geen synoniemen, maar specificaties. De component 'biologische eenheden' kan worden gespecificeerd in ecosystemen, soort, individuen, individuen per soort (of per m2, of per sample), of genen. De specificatie beïnvloed de betekenis van 'verscheidenheid'. Hierdoor ontstaat mogelijk verwarring, hoewel daar in de dialogen geen aanwijzingen voor zijn gevonden. Mogelijk is het duidelijker om 'de verscheidenheid van biologische eenheden' als een component te beschouwen in plaats van twee aparte componenten. Deze component is algemener dan de component 'het aantal soorten en het aantal individuen per soort'. Met andere woorden, de componenten zijn afhankelijk. Een factor die eventueel bijdraagt aan de verwarring, is dat 'aantal soorten' en 'aantal individuen per soort' wel als aparte, zij het niet als onafhankelijke betekeniscomponenten van het concept biodiversiteit gehanteerd kunnen worden. Het concept biodiversiteit kan gedefinieerd worden als 'het aantal soorten in gebied op een bepaald tijdstip', zonder 'aantal individuen per soort'. Op het moment dat de indruk wordt gewekt dat 'verscheidenheid' correspondeert met 'aantal soorten' en 'biologische eenheden' met 'aantal individuen per soort' is verwarring nauwelijks te voorkomen, omdat de componenten zich in de algemenere definitie anders tot elkaar verhouden dan in de specifiekere definitie. Het ligt overigens minder voor de hand om het concept biodiversiteit te definiëren met de component 'aantal individuen per soort' zonder 'aantal soorten'. In het stapsgewijs uitbreiden van de betekenis van het concept biodiversiteit komt de component 'aantal individuen per soort' daarom als laatste aan de orde.

Een andere bron van verwarring was in de tweede casestudie dat het concept verscheidenheid in sommige bronnen ook als synoniem van het concept biodiversiteit wordt gehanteerd. Verscheidenheid wordt dan niet in de betekenis van een component van de werkdefinitie gehanteerd, maar als een verkorte vorm van 'verscheidenheid in de levende natuur'. In de tweede casestudie hanteerden sommige leerlingen het concept verscheidenheid in hun antwoorden op de toets. Zonder nadere toelichting is dan niet duidelijk of het concept 'verscheidenheid' als betekeniscomponent van de werkdefinitie is bedoeld, of als het concept biodiversiteit in een andere betekenis.

7.3 OLS 3 en de derde lessenreeks

In het scenario voor de derde casestudie is een aantal keuzes ten aanzien van de betekenis van het concept biodiversiteit verduidelijkt. Zie *Verbetering 1* in Tabel 7.1 hierboven. De concepten 'verscheidenheid' en 'biologische eenheid' werkten verwarrend in de formulering van de controledefinitie, de werkdefinitie in de docentenhandleiding. Hieronder worden puntsgewijs de aanpassingen aan de werkdefinitie genoemd.

- Het concept biodiversiteit wordt via bronnen geïntroduceerd in de betekenis van 'natuur' en 'natuurlijke hulpbron' voordat de betekenis van 'index' aan de orde komt, zodat leerlingen ervaren dat het concept biodiversiteit meerduidig en contextafhankelijk is en de verschillende conceptuele kernen kunnen herkennen[1].
- De component 'biologische eenheden' wordt niet gehanteerd.
    - De algemenere formulering 'verscheidenheid van biologische eenheden in ruimte en tijd' van de werkdefinitie van het concept biodiversiteit wordt niet gehanteerd. In plaats daarvan wordt gekozen voor 'aantal soorten (S) en aantallen individuen per soort (A) in een bepaald gebied (R) in een bepaalde periode (T)'.
    - Ecosystemen en genen worden niet genoemd naast soorten en organismen als biologische eenheden.
- De docent controleert de vorderingen van de leerlingen aan de hand van vier componenten S, A, R en T van de werkdefinitie van het concept biodiversiteit als 'index'. De werkdefinitie die ter controle wordt gehanteerd door de docent kan als volgt worden geformuleerd:

Biodiversiteit $=_{def}$ het aantal soorten (S = soortenrijkdom) en het aantal individuen per soort (A = abundantie) in een bepaald gebied (R = ruimtelijk dimensie), in een bepaalde periode (T = temporele dimensie).

Nieuw in OLS 3 is dat de leerlingen ontdekken dat het concept biodiversiteit ook 'natuur' en 'natuurlijke hulpbron' kan betekenen, nog voordat duidelijk wordt dat het concept biodiversiteit in de betekenis van 'index' wordt gehanteerd binnen ecologische activiteiten. Vervolgens wordt evenals in de tweede casestudie het concept biodiversiteit als 'index' ontwikkeld aan de hand van de vraag wat en hoe gemeten moet worden. Voor deze ontwikkeling worden in OLS 3 een groter aantal kleinere stappen gepland, enerzijds omdat dit noodzakelijk is voor 4 havo, anderzijds omdat dit bij 6 vwo'ers waarschijnlijk ook beter gewerkt zou hebben. Per stap wordt gereflecteerd onder begeleiding van de docent. Er zijn meer stappen, dus er wordt vaker gereflecteerd. De docent krijgt meer houvast in de vorm van de werkdefinitie die een *vangnetfunctie* heeft gekregen in de docentenhandleiding. Vanuit die houvast kunnen leerlingen door de contextwisseling in de volgende OLA ervaren dat de betekenis van het concept biodiversiteit verder moet worden uitgebreid. De betekenis die het concept in de vorige OLA had, hebben de leerlingen in een omschrijving vastgelegd. Dit maakt naar verwachting het ontwikkelproces voor de leerlingen en de docent beter controleerbaar dan in de tweede casestudie.

De opeenvolgende 'stappen' vormen een zoekstrategie, een *heuristiek*, die in het lesmateriaal wordt toegelicht. De stappen van de heuristiek kunnen in verschillende volgordes worden toegepast. Bij 'vastlopen' in een nieuwe context zouden de stappen als volgt kunnen worden doorlopen.

1 In het lesmateriaal dat is gebruikt in de derde casestudie is de uitdrukking 'biodiversiteit als *maat*' gekozen. Bij het samenstellen van dit proefschrift wordt in plaats van 'maat' de meer gangbare term 'index' gehanteerd. In het originele lesmateriaal heeft 'biodiversiteit als maat' dezelfde betekenis als 'biodiversiteit als index' in dit proefschrift.

Stap 1. Welke informatie die je nodig hebt om je doel te bereiken, ontbreekt nog? Geef een omschrijving van die informatie.

Stap 2. Wat zou je moeten doen om aan die informatie te komen? Geef een omschrijving van die activiteit.

Stap 3. Wat meet je dan? Geef een omschrijving.

Stap 4. Hoe kan je dat verwoorden in je omschrijving van biodiversiteit? Verwerk de omschrijving die je in stap 3 gaf in een nieuwe omschrijving van biodiversiteit.

De heuristiek kan ook in een andere volgorde worden toegepast, bijvoorbeeld door met stap 3 te beginnen. De volgorde hieronder zou bijvoorbeeld beter kunnen werken bij het analyseren van een tekst, bijvoorbeeld op de toets.

Stap 1. Wat wordt hier gemeten? Geef een omschrijving. (zie stap 3 hierboven)

Stap 2. Hoe wordt het gemeten? Omschrijf de activiteit. (blijft stap 2)

Stap 3. Waarom wordt het gemeten? Geeft deze meting je informatie die je nodig hebt om je doel te bereiken? (zie stap 1 hierboven)

Stap 4. Hoe kan je dat verwoorden in je omschrijving van biodiversiteit? Verwerk de omschrijving die je in stap 1 gaf in een nieuwe omschrijving van biodiversiteit.

De leerlingendialogen staan ook in OLS 3 centraal. Het is de bedoeling om de dialogen te structureren en te sturen met behulp van werkbladen met opdrachten die de heuristiek volgen. In de voorgaande casestudies werd duidelijk dat het voor leerlingen onwennig is dat een biologisch concept meerdere betekenissen kan hebben. Hiermee wordt in OLS 3 rekening gehouden door naar de context 'gaswinning in het Waddengebied' toe te werken via contexten waarin het concept biodiversiteit een andere betekenis heeft.

Het leerdoel is het concept biodiversiteit als 'index' te leren recontextualiseren. De biodiversiteit van het Waddengebied is een meetbare grootheid, een indicator voor bepaalde effecten van gaswinning op de ecologie van het natuurgebied. Het concept is een instrument van ecologen die het hanteren om een wetenschappelijke bijdragen te leveren aan het debat over gaswinning in het gebied. De vraag is hoe ecologen het concept biodiversiteit precies hanteren, met andere woorden wat het concept biodiversiteit in die context precies betekent. Hoe kan het concept biodiversiteit als 'index' worden gedefinieerd?

Het is de bedoeling dat leerlingen via verschillende bronnen en opdrachten kennismaken met het concept biodiversiteit in verschillende contexten. Deze contexten, en de volgorde waarin zij aan bod komen, zijn zo gekozen dat de leerlingen verschillende betekenissen van het concept biodiversiteit ontdekken en het concept biodiversiteit als 'index' van eenvoudig naar complex uitbreiden, totdat zij een bruikbare definitie hebben ontwikkeld.

In de tweede casestudie is gebleken dat de leerlingen veel leren van de groepsgesprekken, maar ook bevestigingen en aanvullingen nodig hebben van de docent. Het is de bedoeling dat de docent in de derde casestudie de ontwikkeling van het concept biodiversiteit aan de hand van de

werkdefinitie nauwkeuriger volgt dan in de tweede casestudie het geval was. Met name zal meer aandacht moeten worden besteed aan de component 'abundantie'. In vergelijking met OLS 2 wordt de onderwijsleercontext verder ingeperkt en is het de bedoeling de leerlingen beter te informeren over de relevante aspecten van de handelingspraktijk waarvan de onderwijsleercontext is afgeleid.

De jigsaw-methode is een effectieve werkwijze gebleken om contextwisselingen tot stand te brengen en de leerlingen te laten recontextualiseren. De leerlingen moeten in groepsgesprekken hun denkstappen verbaliseren. In de derde casestudie wordt meer nadruk gelegd op de schriftelijke neerslag daarna.

Zoals hierboven is aangegeven, hebben leerlingen in 6 vwo meer voorkennis van de ecologie dan leerlingen in 4 havo. Hoewel in de tweede casestudie geen voorkennisonderzoek is gedaan, bleek uit de dialogen en de toets dat leerlingen soms hun ecologische voorkennis gebruikten bij het leren recontextualiseren van het concept biodiversiteit. Het onderdeel ecologie in het examenprogramma vwo biologie beidt relevante kennis voor het leren recontextualiseren van het concept biodiversiteit als 'index'. Desondanks was het zelfs voor 6 vwo-leerlingen te ingewikkeld om een ecologisch onderbouwd advies over gaswinning in het Waddengebied te formuleren. Meer informatie en meer klassikale reflectiemomenten onder begeleiding van de docent zouden het leerrendement hebben verbeterd. Voor 4 havo zijn dergelijke aanpassingen naar verwachting nog belangrijker dan voor 6 vwo.

7.3.1 Uitwerking van OLS 3

De in Tabel 7.1 genoemde verbeteringen, werden verwerkt in OLS 3. In de derde casestudie werd samengewerkt met twee vrouwelijke docenten, allebei ongeveer 30 jaar met 5 tot 10 jaar werkervaring. Zie voor meer details over de school Tabel 2.3 hoofdstuk 2. Van beide docenten, hierna docent[a] en docent[b], deed een 4 havo-groep van 15 leerlingen mee aan het onderzoek, hieronder verder aangeduid met H4a en H4b. In overleg met de docenten werd OLS 3 uitgewerkt in een nieuwe lessenreeks voor 4 havo, met een scenario waarin de activiteiten, leerdoelen en verwachtingen werden toegelicht.

Samen met de docenten werd het scenario ontwikkeld. Een belangrijke bijdrage van de docenten was om een verwachting ten aanzien van de uitvoerbaarheid van de OLA's aan te geven en deze eventueel bij voorbaat te verbeteren door OLA's aan te passen. Op basis van hun aanwijzingen werd onder meer besloten de stappen waarin de werkdefinitie werd opgebouwd kleiner, duidelijker en concreter te maken dan in het conceptscenario werd aangegeven. Beide docenten verwachtten dat hun leerlingen in staat zouden zijn een definitie te formuleren conform de werkdefinitie van het concept biodiversiteit als 'index'. Hun verwachting was ook dat de leerlingen hun eigen omschrijving van het concept biodiversiteit zouden kunnen toepassen in opdrachten, mits deze opdrachten minder abstract en minder uitgebreid zouden zijn dan die van de leerlingen in 6 vwo. Besloten werd om een moment in de lessenreeks aan te wijzen waarop de leerlingen een adequate omschrijving van het concept biodiversiteit als 'index' geformuleerd zouden moeten hebben. Dit moment komt in lessenreeks van OLS 3 later te liggen dan in de lessenreeks van OLS 2, namelijk in les 5. Mocht het nodig blijken te zijn, dan zou er in les 6 nog tijd genoeg zijn om klassikaal, met hulp van de docent een bruikbare definitie te formuleren, zoveel mogelijk met de componenten van de werkdefinitie die de leerlingen tot dan toe zelf ontwikkeld zouden hebben.

Het resultaat van deze aanpassingen, OLS 3, is hieronder in Tabel 7.2 weergegeven.

Tabel 7.2 ***OLS 3*** Weergegeven is de derde versie van de onderwijsleerstrategie voor het leren recontextualiseren van het concept biodiversiteit. Contextstructuur (C 3.1 t/m C 3.7) en probleemstructuur (V/A = vraag/antwoord, V/A 3.1 t/m V/A 3.6) staan in de linker kolom, de bijbehorende onderwijsleeractiviteiten (OLA) en leerdoelen (L 3.1 t/m L 3.6) staan in de rechterkolom.

C 3.1 Maatschappelijk natuurdebat - Het doorlopend debat over natuurbegrippen en besluitvorming (dilemma's) rond natuurgebieden **V 3.1a** Wat is natuur en waarom vind je het wel of niet waardevol? **A 3.1a** Antwoorden van leerlingen zelf. Over de opvatting en waardering van natuur bestaan verschillende meningen. Daardoor blijkt dat besluitvorming in natuurkwesties niet eenvoudig is. **V 3.1b** Hoe lossen biologen dat probleem (A 3.1b) op? **A 3.1b** Eén van de oplossingen van biologen is het concept biodiversiteit: verscheidenheid in de levende natuur (B1). **V 3.1c** Welke rol kan het concept biodiversiteit (A3.2) dan spelen bij beslissingen over natuur? **A 3.1c** Biologen vinden dat biologisch onderzoek kan bijdragen aan de discussie. Met het concept biodiversiteit als 'index' kan men een grootheid meten die je kunt aanduiden als de *gezondheid van natuurgebieden*, om daarmee sommige dilemma's te helpen oplossen	**OLA 3.1 Klassikaal en individueel - Natuurwaardenonderzoek** Leerlingen krijgen klassikaal foto's te zien waarop natuur en de menselijke invloed daarop in verschillende maten te zien zijn. Per foto geven zij individueel op hun werkblad aan of ze het echte natuur vinden, geen natuur, of iets daartussenin. **OLA 3.2 Groepswerk - Antwoorden vergelijken** Leerlingen vergelijken hun antwoorden in groepen van vier. **OLA 3.3 Klassikaal - Reflectie** Met de resultaten van OLA 3.1-3.2 als uitgangspunt voert de docent een onderwijsleergesprek met de klas. Dit is het type discussie waarbij een helder concept van biodiversiteit van pas zou komen (*eerst doen, dan denken*). De docent stuurt aan op de vraag hoe je ondanks de meningsverschillen tot besluiten zou kunnen komen in natuurkwesties. De docentenhandleiding voorziet daartoe in voorbeelden van *grootheden* als 'gezondheid van lichaam en geest' en 'gezondheid van de economie', uitgedrukt in cijfers. De docent bespreekt deze met de klas en geeft daarbij aan dat het concept biodiversiteit als 'maat' voor de 'gezondheid van natuurgebieden' het belangrijkste onderwerp is van de volgende lessen. **OLA 3.4 Individueel huiswerk - Uitspraken interpreteren** Op een werkblad staan zes uitspraken over biodiversiteit. Aan de hand van een voorbeeld bepalen de leerlingen voor elke uitspraak of biodiversiteit daarin voorkomt als *'index', 'bron'* of *'natuur'.* Deze drie met opzet kort gehouden termen geven aan dat biodiversiteit een 'index' kan zijn in de zin van indicator, of index, een 'bron' in de betekenis van 'natuurlijk hulpbron' (Engels: resource), en soms in plaats van 'natuur' wordt gebruikt als nieuw synoniem of nieuwe metafoor voor 'de' natuur, de levende omgeving van de mens. **L 3.1** De bedoeling is dat de overeenkomsten en verschillen helder naar voren komen en dat de vraag wat biodiversiteit is, zin heeft gekregen voor de leerlingen.
C 3.2 Taxonomie - Classificeren aan de hand van morfologische kenmerken **V 3.2** Wat is biodiversiteit in de taxonomie? **A 3.2** In de taxonomie betekent biodiversiteit verscheidenheid aan soorten, of: soortenrijkdom (B2)	**OLA 3.5 Klassikaal - Inleiding practicum** De docent komt nog even kort terug op de vraagstelling van de vorige les, en legt uit hoe het practicum werkt. **OLA 3.6 Tweetallen - Practicum I** Leerlingen krijgen op een werkblad uitleg en de opdracht bij een echt organisme kenmerken aan te wijzen en te tekenen die relevant zijn voor het classificeren van de afdeling en de soort. Verwantschapsrelaties blijven vooralsnog impliciet (*eerst doen, dan denken*).

Tabel 7.2 Vervolg

	Er wordt gewerkt per tweetal aan een compleet organisme[2]. Er zijn vertegenwoordigers van verschillende Rijken, maar er ligt geen nadruk op specialisatie in een Rijk (zie OLS 2). Determineren is niet nodig, de afdelings-, genus- en soortnaam van de exemplaren zijn gegeven. Leerlingen zoeken eerst in diverse bronnen naar *onderscheidende eigenschappen* (kenmerken) van zowel de afdeling als de soort waartoe het exemplaar behoort. In de praktijk zijn meestal kenmerken op het niveau van *genus*, geslacht, voldoende. Daarna proberen zij de kenmerken aan het organisme te ontdekken, eerst zonder en dan met snijden. Aanwijzingen voor sectie staan op een werkblad en docent en TOA helpen daarbij. De samenwerking binnen tweetallen bestaat naar eigen inzicht uit overleggen en/of taken verdelen. De docent stimuleert leerlingen ook bij andere tweetallen te kijken. **OLA 3.7 Tweetallen - Vier Rijken** Opdracht aan de hand van een werkblad over de kenmerken die de vier Rijken - eencellige organismen, dieren, planten en schimmels - van elkaar onderscheiden. **OLA 3.8 Tweetallen - Practicum II** Tweetallen wisselen van werkblad. Voor deel II van het taxonomiepracticum zijn nieuwe preparaten beschikbaar. **L 3.2** Het is de bedoeling dat leerlingen al doende kennis van de systematiek verkrijgen en een aantal vaardigheden opdoen, zoals nauwkeurig waarnemen (curriculum). Met betrekking tot biodiversiteit hebben de leerlingen een concreter beeld gekregen van eenheid en verscheidenheid in de natuur. Hoewel soorten van verschillende Rijken heel veel van elkaar verschillen, hebben ze ook gemeenschappelijke kenmerken, zoals cellen en DNA.
C 3.3 Maatschappelijk natuurdebat - Interpreteren van de betekenis van biodiversiteit in verschillende bronnen	**OLA 3.9 Klassikaal - Huiswerk bespreken** Met de resultaten van OLA 3.4 als uitgangspunt voert de docent een onderwijsleergesprek met de klas.
V 3.3 Welke belangrijke betekenissen van biodiversiteit kunnen we onderscheiden?	**L 3.3a** Het is de bedoeling dat leerlingen zelf ervaren dat biodiversiteit voor verschillende personen iets anders kan betekenen.
A 3.3 Met het concept biodiversiteit kan iemand een index voor de 'gezondheid' van natuurgebieden bedoelen, maar ook 'natuurlijke hulpbron', of ook 'natuur' in brede zin.	**L 3.3b** Leerlingen hebben een indruk gekregen van de betekenis van het concept biodiversiteit als 'index' in uitspraken over natuurgebieden. Daarnaast zijn zij ook biodiversiteit als 'bron' en als synoniem voor natuur tegengekomen. Zij begrijpen het doel van de resterende lessen: zelf uitzoeken hoe je het concept biodiversiteit als 'index' kunt toepassen, en wanneer je dat zou doen, en waarom.

2 De organismen zijn met uitzondering van de zeester (geprepareerd op formaline en aangekocht als practicummateriaal) verkrijgbaar bij de visboer (kreeft, schol, mossel: op tijd laten ontdooien!) of groenteboer (champignon: biologisch, met mycelium!), of het gaat om soorten die algemeen in onze omgeving voorkomen (varen, mos, broodschimmel). Het lesmateriaal voor het practicum is verkrijgbaar bij IKC-Natuurbeheer, Wageningen (Van Weelie, Damoiseaux & Van Straaten, 2000).

Tabel 7.2 Vervolg

C 3.4 Taxonomie en systematiek (Ordening) Verbinden van morfologische kenmerken aan verwantschapsrelaties **V 3.4** Wat betekent "verwantschap' in de taxonomie? **A 3.4** In de evolutie zijn uit soorten nieuwe soorten ontstaan. Hoe *meer* van zulke 'stappen' je terug moet in de evolutie, om de gemeenschappelijke vooroudersoort van twee organismen te vinden, hoe *minder* verwant die organismen aan elkaar zijn.	**OLA 3.10 Tweetallen - Ordening en Verwantschap** Opdracht aan de hand van werkblad. Leerlingen vergelijken de morfologische kenmerken van de organismen mens, chimpansee en kat, en brengen deze in verband met informatie over hun verwantschapsrelaties. **OLA 3.11 Klassikaal - Reflectie** De docent begeleid een onderwijsleergesprek over de resultaten van OLA 3.10 en gebruikt hierbij het concept biodiversiteit in taxonomische zin: soortenrijkdom. **L 3.4** Het is de bedoeling dat leerlingen concepten als ordening, soort, Rijk en verwantschap (curriculum, biologiemethode) in verband brengen met het concept biodiversiteit als 'verscheidenheid', soortenrijkdom (S) in taxonomische zin, onafhankelijk van ruimte en tijd.
C 3.5 Natuurbeheer - Monitoren van de vogelstand **V 3.5** Welke informatie heb je nodig om iets over de biodiversiteit van vogels te kunnen zeggen? **A 3.5** Het aantal soorten én het aantal individuen per soort in ruimte en tijd (B3).	**OLA 3.12 Tweetallen en Groepswerk - Vogeldiversiteit I** In OLA 3.12 en 3.13 is de *jigsawmethode*[2] toegepast. Elk tweetal werkt samen met een ander tweetal in groepen van vier. De helft van de groepen (A-groepen) krijgen vragen over een kaart van Nederland, waarop per kwadranten van 5 km^2 visueel informatie wordt gegeven over vrijwilligerswerk voor vogeltellingen. De andere groepen (B-groepen) krijgen vragen over een tabel met numerieke informatie over de stand van verschillende vogelsoorten per jaar over de afgelopen 10 jaar. **L 3.5a** Het is de bedoeling dat beide typen groepen een aspect van vogeldiversiteit herontdekken: de A-groepen herontdekken de component 'ruimte' (R) en de B-groepen de component 'aantallen individuen per soort' (A) en 'tijd' (T). **OLA 3.13 Tweetallen en Groepswerk - Vogeldiversiteit II** Van elke A-groep wisselt één tweetal met een tweetal uit een B-groep. De nieuwe groepen wordt gevraagd de informatie van beide tweetallen bij elkaar te leggen en uitspraken te doen over de vogeldiversiteit van Nederland. **L 3.5b** Het is de bedoeling dat alle leerlingen de vier componenten van de werkdefinitie van het concept biodiversiteit hebben herontdekt. **OLA 3.14 Klassikaal - Reflecteren en Definiëren** De docent ondersteund hiertoe voor zover nodig het klassikale onderwijsleergesprek en schrijft de bevindingen in de vorm van definities op het bord. Ter controle – het *vangnet* – gebruikt de docent de werkdefinitie uit de handleiding. **L 3.5c** Het is de bedoeling dat de leerlingen met de componenten van biodiversiteit die zij tot zover hebben herontdekt onder begeleiding van de docent, een werkdefinitie van het concept biodiversiteit ontwikkelen.

3 De jigsawmethode is ook in de tweede casestudie toegepast. Voor meer informatie zie: http://www.jigsaw.org/. Zie Johnson, Johnson & Stanne (2000) en http://www.clcrc.com/pages/cl-methods.html voor kritiek en alternatieve werkvormen voor samenwerkend leren.

Tabel 7.2 Vervolg

C 3.6 Ecologie I - Bijdragen *als ecoloog* aan het maatschappelijk 'kiezen en delen' tussen economische waarden en natuurwaarden **V 3.6** Hoe kan je met het concept biodiversiteit een bijdrage aan het *Waddengas-debat* leveren? **A 3.6** Met behulp van het concept biodiversiteit kan je beoordelen of alle informatie (A 3.5) die nodig is om iets te kunnen zeggen over de 'gezondheid' van een natuurgebied zoals het Waddengebied betrokken wordt in het debat.	**OLA 3.15 Tweetallen - De Wadden op het internet** De vaste tweetallen bekijken de website van Interwad en beantwoorden vragen waarmee zij de componenten van werkdefinitie van het concept biodiversiteit (OLA 3.14) leren recontextualiseren. De docent geeft aan dat de toets sterk zal lijken op deze activiteiten en benadrukt het belang van goed meedoen om voldoende oefening te krijgen. Nu kunnen de leerlingen immers samenwerken, maar op de toets moet iedereen individueel werken. **OLA 3.16 Klassikaal - Vragenrondje** De docent beantwoordt, met hulp uit de klas, vragen die gerezen zijn naar aanleiding van OLA 3.15 - het *vangnet*. **L 3.6** Het is de bedoeling dat leerlingen met behulp van de ontwikkelde werkdefinitie het concept biodiversiteit kunnen recontextualiseren bij het interpreteren van informatie over een natuurgebied en het beargumenteren van hun eigen mening.
C 3.7 Ecologie II - Bijdragen *als ecoloog* aan het maatschappelijk 'kiezen en delen' tussen economische waarden en natuurwaarden **V 3.7** Hoe kan je met het concept biodiversiteit bijdragen aan een maatschappelijk debat kritisch beargumenteren? **A 3.7** Met behulp van het concept biodiversiteit kan je beoordelen of alle informatie (A 3.5) die nodig is om iets te kunnen zeggen over de 'gezondheid' van een natuurgebied ook aanwezig is in de argumentatie.	**OLA 3.17 Individueel - Toets** De opdrachten zijn afgeleid van dezelfde handelingspraktijk de onderwijsleercontext van les 6. De activiteit is nu echter gericht op het beoordelen van informatie en argumenten in plaats van het verzamelen van informatie en het geven een beargumenteerde eigen mening, de context waarin is geoefend is met het recontextualiseren van het concept biodiversiteit. **L 3.7** Het is de bedoeling dat de leerling met behulp van de ontwikkelde werkdefinitie het concept biodiversiteit kan recontextualiseren bij het interpreteren van informatie over een natuurgebied en het kritisch beargumenteren van de mening van anderen.

Tabel 7.2 laat zien dat in OLS 3 verschillende structuren uit OLS 2 terugkomen. Hieronder worden voor de duidelijkheid de conceptuele structuur, de probleemstructuur en de contextstructuur samengevat.

In de conceptuele structuur van OLS 3 krijgt het concept biodiversiteit de volgende betekenissen:

(a) 'verscheidenheid in de natuur', zoals leerlingen dat begrijpen bij aanvang van de lessenreeks;

(b) 'de levende natuur' in sommige bronnen;

(c) 'natuurlijk hulpbron' in andere bronnen;

(d) 'taxonomische verscheidenheid';

(e) 'vogelsoortenrijkdom op verschillende plaatsen in Nederland', voor de helft van de klas, en 'populatiegrootte van vogelsoorten (in Nederland) in verschillende jaren' voor de andere helft van de klas;

(f) ‘soortenrijkdom in een bepaald gebied op een bepaald tijdstip’;

(g) ‘soortenrijkdom en abundantie in een bepaald gebied op een bepaald tijdstip’.

Het is de bedoeling dat de leerlingen steeds door een nieuwe probleemsituatie gemotiveerd worden om het tot dan toe ontwikkelde concept biodiversiteit te recontextualiseren. De nieuwe probleemsituatie zal meestal door het lesmateriaal en de docent worden geïnitieerd en tot vragen leiden. De antwoorden op de vragen van de probleemstructuur worden gevormd door de componenten van de conceptuele structuur. De probleemstructuur bestaat uit de volgende vragen.

(a_1) Wat versta je onder ‘natuur’?

- ‘verscheidenheid in de natuur’, zoals leerlingen dat begrijpen bij aanvang van de lessenreeks, wordt ook wel ‘biodiversiteit’ genoemd

Wat wordt verstaan onder ‘biodiversiteit’?

- ‘de levende natuur’ in sommige bronnen
- ‘natuurlijk hulpbron’ in andere bronnen
- ‘index’ in de ecologie

(a_2) Welk concept lijkt geschikt om wetenschappelijke uitspraken te doen: het concept biodiversiteit als ‘natuurlijke hulpbron’, als ‘natuur’, of als ‘index’?

- ontwikkelen van het concept biodiversiteit als ‘index’, als meetbare grootheid

(b) Hoe ziet biodiversiteit als ‘taxonomische verscheidenheid’ eruit?

- biodiversiteit als ‘verscheidenheid’ in de taxonomie, exemplarisch: morfologiepracticum.

(c) Hoe wordt biodiversiteit gemeten in het veld?

- biodiversiteit als ‘vogelsoortenrijkdom op verschillende plaatsen in Nederland’, voor de helft van het aantal leerlingen, en ‘populatiegrootte van vogelsoorten (in Nederland) in verschillende jaren’ voor de andere helft

(d) Welke informatie is nodig om biodiversiteit te kunnen meten?

- biodiversiteit als soortenrijkdom in een bepaald gebied op een bepaald tijdstip
- biodiversiteit als soortenrijkdom en abundantie in een bepaald gebied op een bepaald tijdstip

(e) Welke informatie is in een specifieke situatie nodig om biodiversiteit te kunnen meten?

- voor een specifieke situatie benoemen welke informatie ontbreekt
- recontextualiseren van het concept biodiversiteit als ‘index’
- componenten van de werkdefinitie van het concept biodiversiteit recontextualiseren

De onderwijsleercontexten in OLS 3 zijn onderwijsleeractiviteiten die van een authentieke handelingspraktijk zijn afgeleid. Alle onderwijsleeractiviteiten hangen samen met de handelingspraktijk ‘gaswinning in het Waddengebied’. In de concept-contextbenadering wordt dit contextuele transpositie genoemd (Boersma, 2011, p.45-51).

De onderwijsleercontexten en de contextwisselingen vormen de derde belangrijke structuur in OLS 3. Deze contextstructuur heeft samengevat de volgende componenten:

(a) bepalen hoe biodiversiteit kan worden gemeten, vormt de hoofdactiviteit van de lessenreeks;

(b) taxonomische activiteiten, zoals het waarnemen en tekenen van soortkenmerken van exemplaren van soorten;

(c) deelactiviteiten die horen bij het bestuderen van de vogelrijkdom in Nederland, zoals jaartabellen lezen van vogeltellingen, of kaarten lezen van onderzoeksinstanties als SOVON die vogelonderzoek doen;

(d) ecologisch meetinstrument ontwikkelen, door te bepalen welke informatie nodig is om biodiversiteit te kunnen meten;

(e) activiteiten in verschillende probleemsituaties waarbij het meten van biodiversiteit een rol speelt, zie (a).

7.3.2 De geplande derde lessenreeks

In Tabel 7.3 hieronder is de geplande lessenreeks weergegeven. De OLA's van OLS 3 zijn ingepast in lessen van 50 minuten, steeds rekening houdend met 5 minuten verlies bij het opstarten en afsluiten van de les.

De lessenreeks sluit in het algemeen aan bij het examenprogramma biologie havo, en in het bijzonder bij het hoofdstuk over ordening uit de veelgebruikte methode *Biologie voor jou*, deel Havo A, Thema 5 Ordening en Evolutie (Smits & Waas, 1994). Hieronder worden de lessen nader toegelicht.

Les 1 Natuurwaarden en biologische verscheidenheid

De eerste les begint met het Natuurwaardenonderzoek, een onderzoek naar natuurbeelden en natuurwaarden. Leerlingen bekijken eerst individueel tien foto's. De leerlingen werken vervolgens in groepen van vier. Ze verdelen de afbeeldingen in onderling overleg in de volgde categorieën: echte natuur, bijna natuur, een beetje natuur, weinig natuur, geen natuur. De opdracht is de keuze snel te maken door het antwoord te omcirkelen op het werkblad. Daarna moet het antwoord kort worden toegelicht. Vervolgens vergelijken de leerlingen binnen een groep hun antwoorden. De opdracht is om de verschillen te benoemen en te verklaren.

De klassikale discussie die op dit natuurwaardenonderzoek volgt, wordt het uitgangspunt voor de docent om vragen te stellen. Wat betekent 'waarde' of 'kwaliteit' van natuur of een natuurgebied? Is iedere bewering over de kwaliteit van een natuurgebied uitsluitend een mening, een waardeoordeel, zijn er ook feitelijke beweringen over de kwaliteit van een natuurgebied? Kan de kwaliteit van een natuurgebied worden gemeten? Wat betekent 'kwaliteit van een natuurgebied' voor een bioloog die het meet? Op welke manier kan de kwaliteit van een natuurgebied worden gemeten? In het onderwijsleergesprek wordt de hoofdvraag van de lessenserie geïntroduceerd. Een deel van de opdrachten bestaat uit huiswerk voor de volgende les. Het concept biodiversiteit speelt een rol in discussies over de waarde van natuur en natuurgebieden. Welke rol? Hoe wordt biodiversiteit gemeten?

Tabel 7.3 ***Lessenreeks 3*** Weergegeven is de uitwerking van OLS 3 in de geplande lessenserie voor 4 havo. De nummering van de OLA in de middelste kolom is gelijk aan de nummering in Tabel 7.2. De verwachte tijdsbesteding is weergegeven in de rechterkolom.

Lesnummer	Onderwijsleeractiviteiten	Tijdsbesteding
Les 1	Inleiding	5’
	OLA 3.1 Klassikaal en individueel - Natuurwaardenonderzoek	10’
	OLA 3.2 Groepswerk - Antwoorden vergelijken	10’
	OLA 3.3 Klassikaal - Reflectie	15’
	OLA 3.4 Individueel huiswerk - Uitspraken interpreteren	5’ + 50’ hw
Les 2	**OLA 3.5** Klassikaal - Inleiding practicum	5’
	OLA 3.6 Tweetallen - Practicum I	40’
Les 3	**OLA 3.7** Tweetallen - Vier Rijken-opdracht	5’
	OLA 3.8 Tweetallen - Practicum II	40’
Les 4	**OLA 3.9** Klassikaal - Huiswerk bespreken	30’
	OLA 3.10 Tweetallen - Ordening en Verwantschap	10’
	OLA 3.11 Klassikaal - Reflectie	5’
Les 5	**OLA 3.12** Tweetallen en Groepswerk - Vogeldiversiteit I	20’
	OLA 3.13 Tweetallen en Groepswerk - Vogeldiversiteit II	15’
	OLA 3.14 Klassikaal - Reflecteren en Definiëren	10’
Les 6[3]	**OLA 3.15** Tweetallen – Opdrachten bij website Interwad	30’
	OLA 3.16 Klassikaal – Reflectie	15’
Les 7	**OLA 3.17** Toets	50’

De leerlingen worden gestimuleerd mee te gaan in het idee dat er verschillende meningen over de waarde van natuur bestaan, maar dat er ook feitelijke beweringen over de ‘kwaliteit’ of toestand van natuurgebieden gedaan kunnen worden, die door metingen kunnen worden onderbouwd.

Door het natuurwaardenonderzoek krijgen docent en leerlingen een beeld van de ideeën die leerlingen hebben over natuur. Via analogieën, zoals het meten van de volksgezondheid, en de waarde van een postzegelverzameling, brengt de docent de leerlingen op verscheidenheid, biologische verscheidenheid, en het meten van biodiversiteit.

4 In H4a is in plaats van les 6 een extra experiment uitgevoerd met een les over evolutie. De les bleek weinig effectief en niet van invloed op de uitvoering of effectiviteit van de OLS. In H4b is het extra experiment niet uitgevoerd. In de evaluatie wordt les 7 van H4a, waarin OLA 3.15 is uitgevoerd, daarom beschouwd als les 6.

De verscheidenheid van een verzameling heeft te maken met het aantal verschillenden elementen van een verzameling. Hoe meer verschillende elementen in een verzameling hoe groter de verscheidenheid van die verzameling. De mate van verscheidenheid kan iets zeggen over de kwaliteit of de waarde van een verzameling.

Biologische verscheidenheid, of biodiversiteit wordt behalve als 'maat voor de kwaliteit van natuurgebieden' ook wel opgevat als 'natuurlijke hulpbron', of zelfs als synoniem voor de levende natuur (hoofdstuk 3). Het is de bedoeling dat leerlingen, door een selectie van uitspraken over biodiversiteit te onderzoeken, ontdekken dat het concept biodiversiteit inderdaad een rol speelt, en zelfs verschillende rollen kan spelen in discussies over de waarde van natuur. In tegenstelling tot 'natuur' en 'natuurlijke hulpbron' is het concept biodiversiteit als 'index' een wetenschappelijk concept dat door biologen gehanteerd wordt om de 'kwaliteit' van een natuurgebied te meten.

Les 2 en 3 Practicum: morfologische verscheidenheid
De structuur van deze twee lessen is, evenals die van de andere lessen in deze reeks, gebaseerd op de vraag welke rol het concept biodiversiteit kan spelen bij discussies en beslissingen over natuurgebieden. Het huiswerk heeft de leerlingen al kennis laten maken met het concept biodiversiteit als 'index'. In deze lessenreeks zullen de leerlingen dit nader bestuderen. Les 2 begint met de vraag: wat is biodiversiteit eigenlijk? Hoe ziet het eruit? De practica zijn bedoeld om de leerlingen daarvan een concreter beeld te geven.

In de eerste plaats bestaat het concept biodiversiteit als 'index' uit verscheidenheid. De vraag voor het practicum is nu: wat is er interessant aan biologische verscheidenheid? Hoe kijken biologen naar overeenkomsten en verschillen tussen soorten?

In het practicum gaat het om nauwkeurig waarnemen, natekenen, en het begrijpen van kenmerken door deze in de tekeningen te benoemen. Voor het samenstellen van de practicumwerkbladen is gebruikgemaakt van het lesmateriaal dat in 6 vwo in de tweede casestudie is gebruikt.[5] Dit materiaal is aangepast en aangevuld met opdrachten voor de lessenreeks in 4 havo[6] (Van Weelie, Damoiseaux, & Van Straaten, 2000).

De biologische inhoud van het practicum komt uitgebreid aan de orde op de werkbladen. De theorie over ordening kan naar eigen inzicht van de docent worden aangevuld met de methode. In deze lessenreeks wordt het systeem van vier rijken gehanteerd: bacteriën, schimmels, planten en dieren. Hiermee wordt aangesloten bij de methode *Biologie voor jou* en het onderdeel ordening van het examenprogramma biologie. In de tweede casestudie is voor 6 vwo een vijfrijkensysteem gehanteerd. Deze verschillen zijn situatie-specifiek en hebben geen invloed op de effectiviteit van de OLS. Relevant verschil is dat in 4 havo niet wordt gespecialiseerd in Rijken, zoals in 6 vwo. Deze uitwerking van de handelingspraktijk taxonomie tot onderwijsleercontext bleek in de tweede casestudie niet effectief, doordat deze werkwijze geen afspiegeling van de taxonomische praktijk is.

5 Lesmateriaal: http://www.fisme.science.uu.nl/publicaties/proefschriftdaanvanweelie/inhoud.html
6 Met dank aan Meike Vos.

Taxonomie is in de derde casestudie als context gekozen voor de kennismaking met soortenrijkdom, onafhankelijk van gebieden waar soorten voorkomen, of veranderingen in verspreidingspatronen in de tijd. In de praktijk zullen taxonomen het concept biodiversiteit niet hanteren. In de onderwijsleercontext 'taxonomie' wordt het concept biodiversiteit ook niet gehanteerd, alleen de component 'soortenrijkdom'. De leerlingen leggen nog geen relatie met het concept biodiversiteit, dit volgt later, na de contextwisseling, in de context 'ecologie'.

Les 4 Taxonomische verscheidenheid
Deze les is er gelegenheid om huiswerk te bespreken en het concept verwantschap duidelijk te maken aan de hand van een opdracht. Daardoor bestaat deze les uit een aantal afzonderlijke onderdelen: een onderwijsleergesprek met als doel het concept biodiversiteit als 'index' te onderscheiden van de andere betekenissen naar aanleiding van de eerste huiswerkopdracht (opdracht 2).

Leerlingen kijken zelf de tweede huiswerkopdracht na (opdracht 4). Daarna is er tijd voor de opdracht over verwantschap. Deze opdracht gaat over de mens, de chimpansee en de kat. De verwachting is dat dit voorbeeld de leerlingen zal aanspreken en dat zij de antwoorden voor een groot deel zelf kunnen bedenken. Vervolgens is een klassikale discussie gepland. Dit onderdeel heeft tot doel een aantal kernbegrippen voor de komende lessen duidelijk te maken: rijk, afdeling, soort, kenmerken, verwantschap. Het systeem van ordening naar verwantschap wordt uitgelegd. De bedoeling is dat leerlingen het ordeningssysteem begrijpen. Het doel van de ordening in de biologie wordt duidelijker voor leerlingen als zij een goed beeld hebben van verwantschapsrelaties.

Les 5 Soortenrijkdom en abundantie, ruimte en tijd
Voor de ontwikkeling van het concept biodiversiteit als 'verscheidenheid' naar de werkdefinitie is gekozen voor vogeltellingen als context. Vogels zijn geschikt omdat daar veel gegevens over te vinden zijn. Lang niet alle groepen organismen worden in Nederland even goed geteld. Er is in Nederland een groot aantal vrijwillige vogelaars die organisaties als *Sovon Vogelonderzoek Nederland* voorzien van gegevens. *Sovon* organiseert landelijke vogeltellingen voor natuurbeheer, beleid en onderzoek.

De leerlingen maken in deze les kennis met voorbeelden van tellen van soorten en aantallen organismen per soort. Ruimte en tijd komen aan de orde. Het is de verwachting dat de leerlingen na deze les zelfstandig, onder begeleiding van de docent, een bruikbare definitie van biodiversiteit hebben herontdekt.

Les 6 Het concept biodiversiteit recontextualiseren
In deze les komen dezelfde natuurwaarden aan de orde als in les 1. Het is de verwachting dat de leerlingen met behulp van de werkdefinitie van het concept biodiversiteit de discussie over de waarde van een natuurgebied beter kunnen begrijpen dan in les 1.

7 Toets: http://www.fisme.science.uu.nl/publicaties/proefschriftdaanvanweelie/inhoud.html

Naar verwachting leren de leerlingen deze les beweringen interpreteren waarin het concept biodiversiteit wordt gehanteerd, door het concept biodiversiteit te recontextualiseren met behulp van de componenten van de werkdefinitie. De onderwijsleeractiviteit van deze les is afgeleid van de context het Waddengasdebat.

Les 7 Toets
De toets sluit nauw aan bij de onderwijsleercontext van les 6, het Waddengasdebat. Dit zorgt ervoor dat de context voor de leerling herkenbaar is. Binnen deze herkenbare context zullen de leerlingen het concept biodiversiteit op een nieuwe manier moeten toepassen, waardoor zij naar verwachting het concept biodiversiteit zullen moeten recontextualiseren.

De toets geldt voor de leerlingen als een regulier biologieproefwerk. Voor het onderzoek wordt door een deel van de vragen gemeten hoe de leerlingen het concept biodiversiteit recontextualiseren. De toets is opgebouwd uit drie opdrachten met deelvragen. Er wordt onder andere getoetst of leerlingen de werkdefinitie van het concept biodiversiteit kunnen reproduceren en worden vragen gesteld waarvoor de leerlingen een component van de werkdefinitie moeten hanteren. De moeilijkere vragen doen een beroep op het recontextualiseren van het concept biodiversiteit. De leerling moet meerdere componenten van de werkdefinitie op een samenhangende manier recontextualiseren.

De docenten hebben de toets van hun eigen klas beoordeeld. De onderzoeker heeft met dezelfde antwoordsleutel de toets afzonderlijk nagekeken, waarna de beoordelingen zijn vergeleken. De vraag hoe en in welke mate de leerlingen het concept biodiversiteit recontextualiseren kan niet op grond van deze beoordeling worden beantwoord, daar is het correctiemodel ook niet voor bedoeld. Daartoe is een analyse uitgevoerd die aan het einde van § 7.4 wordt besproken. In hoofdstuk 2 is een toelichting gegeven op gehanteerde methode voor de analyse van de toets.

In de volgende paragraaf wordt de uitvoerbaarheid en de effectiviteit van OLS 3 geëvalueerd aan de hand van de uitgevoerde lessenreeks.

7.4 Derde casestudie: evaluatie van OLS 3

In deze paragraaf wordt OLS 3 geëvalueerd. De evaluatie is gebaseerd op de analyse van protocollen van groepswerk, ingevulde werkbladen, interviews met leerlingen en docenten, en de toetsresultaten. De evaluatie wordt geïllustreerd door fragmenten uit de protocollen en schriftelijk werk van leerlingen.

De wijze van dataverzameling in de derde casestudie is gelijk aan de dataverzamelingsmethode tijdens de tweede casestudie (zie § 6.3.3). Er werd geobserveerd door een onderzoeker en er werden parallel drie audio-opnamen gemaakt met een centrale microfoon voor de docent en klassikale dialogen, en twee microfoons voor groepswerk in twee verschillende groepen. Schriftelijk werk van leerlingen, inclusief de toets, werd verzameld. Er vonden enkele geplande en ook spontane interviews met leerlingen plaats die werden betrokken bij de analyse. Gespreksverslagen van alle

overlegmomenten met de beide docenten werden bewaard en betrokken in de analyse, evenals de (concept-)scenario's die met de docenten werden besproken. Bij de analyse was triangulatie een belangrijke methode om te komen tot betrouwbare interpretaties van de gegevens. In hoofdstuk 2 is de analysemethode nader toegelicht.

In de derde casestudie zijn twee lessenreeksen uitgevoerd. De lessen werden gegeven in dezelfde periode, maar de lessenreeksen liepen niet geheel parallel. De lessen van docent[a] werden steeds enkele dagen eerder gegeven dan de lessen van docent[b]. De protocolfragmenten zijn op dezelfde manier gecodeerd als in de eerste en tweede casestudie, met toevoeging van een aanduiding van fragmenten uit de lessenreeks van docent[a], derde casestudie, als 3[a], en fragmenten uit de lessenreeks van docent[b], derde casestudie, als 3[b].

De audio-opnamen van de stemmen van de leerlingen waren soms onverstaanbaar door achtergrondgeluid. Bovendien reageerden de leerlingen in deze casestudie sterker op de taperecorders dan in de eerste en tweede casestudie. Zij gingen zachter te praten, zeiden soms niets meer, of bleven op de microfoon tikken, ook na de eerste les. Daardoor was het niet altijd mogelijk om te bepalen welke leerling in de opname aan het woord is. In sommige gevallen konden de dialogen grotendeels gereconstrueerd worden, doordat steeds met drie recorders tegelijk audio-opnamen werden gemaakt. Dit is bij de verwerking van de data ook steeds nagestreefd. Voor zover mogelijk zijn de correcte namen (pseudoniemen) aangegeven. Bij relevante fragmenten waarbij de namen niet te achterhalen waren, zijn per fragment meisjes (M) en jongens (J) onderscheiden, en individuele leerlingen (voor zover mogelijk) door nummers (M1, M2). Deze nummering heeft slechts betekenis binnen één fragment.

De transcriptiefragmenten uit de tweede casestudie spreken meer voor zichzelf dan de fragmenten uit de derde casestudie. De uitspraken van de leerlingen in de derde casestudie vragen om meer interpretatie. Uitgangspunt bij de interpretaties is de welwillendheid van de leerling. Een leerling doet zijn best om te verwoorden wat hij bedoelt.

7.4.1 De lessenreeks

Uitvoering les 1

Docent[a] en docent[b] beginnen les 1 op een vergelijkbare manier met een korte introductie van het nieuwe onderwerp. De werkbladen zijn uitgedeeld in snelhechters. De docent wijst op het Natuurwaardenonderzoek en geeft instructie. De leerlingen moeten individueel, dus zonder te overleggen, per dia aangeven wat zij van die dia vinden: echte natuur, totaal geen natuur, of iets daartussenin. Leerlingen omcirkelen de antwoorden op het werkblad (OLA 3.1). Vervolgens vergelijken leerlingen hun antwoorden binnen de groepen. Uit de discussie blijkt dat er verschillende meningen bestaan over wat natuur is en wat natuur waardevol maakt. Uit de werkbladen blijkt dat leerlingen in geen van beide klassen 'verscheidenheid' noemen als kenmerk of waarde van natuur, ook niet wanneer de docent de leerlingen hiertoe tracht uit te lokken. Leerlingen hebben een duidelijk natuurbeeld: hoe minder invloed van de mens, hoe meer natuur. Fragment [3[a]:1.B3.1][8] illustreert deze opvatting, die door de leerlingen in H4a breed gedeeld wordt.

8 H4a loopt drie lessen voor op H4b. Les 3[a]:4 vond op dezelfde dag plaats als les 3[b]:1. In hoofdstuk 2

[3ᵃ:1.B3.1] OLA 3.2

Docentᵃ	Probeer nu even stil voor jezelf in een paar minuten onderdeel B in te vullen, even een paar minuten. Iedereen heeft het ingevuld? Bij onderdeel C ga je even kijken naar overeenkomsten en verschillen in je groep, dan gaan we het zo even nabespreken, kijken wat daar uitkomt.
M2	Geen natuur.
M3	Ja
M1	Ik had dat ook.
M3	Oké, dat hebben wij veranderd.
M2	Natuurbescherming, is dat een vorm van…
M1	Nee, niet overnemen. Je mag toch zelf een mening hebben?
M2	Ja, maar ik bedoel wat je bij C neerzet, het verschil.
M1	Je moet gewoon je gevoel neerzetten.
M2	Ik bedoel, natuur verschijnt steeds. Zeg maar dat natuur ontstaan is en niet door de mens.
M1	Ja, maar wij hebben het net over 'geen natuur' gehad.
M2	Wat heb jij dan bij geen natuur?
M3	Bij wel natuur heb ik gewoon geen gemaakte natuur. Zo uit het zichzelf.
M1	Ik heb bij wel natuur omdat het niet door de mens is samengesteld. En bij geen natuur heb ik de mens, bij geen natuur heeft de mens er verandering in gebracht.
M2	Het komt allemaal op hetzelfde neer.
M3	Ja.
M2	Dus er is geen verschil? Oké.

Het fragment [3ᵃ:1.B3.1] laat de dialoog zien die ontstaat naar aanleiding van het Natuurwaardenonderzoek in de groep van Elke, Vivian, Lisa en Sophie. Deze leerlingen hebben de tabel van opdracht a) op het werkblad Natuurwaardenonderzoek eensluidend ingevuld. Docentᵃ inventariseert de resultaten van de groepsopdracht en constateert verschillen tussen de groepen. In sommige groepen is veel overeenstemming over de antwoorden, bij andere groepen weinig. Docentᵃ maakt aan de hand van de dia van de tornado onderscheid tussen niet-levende en levende natuur.

Het volgende fragment [3ᵃ:1.B3.2] is onderdeel van OLA 3.3 en illustreert hoe docentᵃ de hoofdvraag van de lessenreeks introduceert, nadat zij de voorbeelden 'postzegelverzameling', 'volksgezondheid' en 'gezonde economie' heeft besproken. De leerlingen komen nog niet op 'verscheidenheid' en 'monitoren'.

[3ᵃ:1.B3.2] OLA 3.3

Docentᵃ	Dan komen we terug op een natuurgebied. Nou is mijn vraag aan jullie: stel, je wilt de gezondheid van een natuurgebied bewaken. Wat zou je kunnen doen?
J	Wilde dieren uitzetten?
M1	Kijken hoeveel verschillende soorten dieren er leven, en hoeveelheid?
Docentᵃ	Hoeveelheid verschillende soorten dieren, heel goed. Waarom zou je dat doen?
M2	Kijken waar je wel en niet kan vissen?
Docentᵃ	Ja, je kunt duidelijk iets over visserij aflezen, heel goed. Want als er op bepaalde plekken niet gevist wordt dan zou je kunnen kijken of dat misschien gevolgen heeft. Wie zou er nog iets kunnen bedenken? Biodiversiteit is nou zo'n typische meetwaarde, en wat dat precies inhoud dat gaan jullie de komende lessen uitzoeken, een meetwaarde die aangeeft hoe gezond een natuurgebied is. Dan wil ik nu even weten van hoe belangrijk is voor jullie natuur? Kan iemand mij dat eens aangeven, hoe belangrijk vind je natuur in Nederland?
J	Zonder natuur kun je niet leven

Docent[a]	Kun je een voorbeeld geven?
J	Lucht, de zon.
M2	Zonder bomen kunnen we niet leven.
Docent[a]	Bomen, wat doen de bomen?
M1	Zuurstof!
Docent[a]	Wat doen die kleine beestjes bijvoorbeeld in de bodem? Die zorgen ervoor dat de grond vruchtbaar wordt. Hoe belangrijk vind je, wil ik van jullie weten, om een natuurgebied in Nederland te bewaren? Moet je daar dingen voor aan de kant zetten?
M1	Voor jezelf?
Docent[a]	Ja, voor jezelf, vind je dat belangrijk, of zeg je: reguleren. Moet je daar kunnen lopen, wandelen zonnen, moet je daar kunnen bouwen als je dat zou willen?
M1	Bouwen doen we al genoeg.
M3	Ja.
M1	Ik kijk, mijn eigen waarde zeg maar is, ik lig er niet wakker van 's nachts als ik weet dat het de volgende het weg was. Wel als ik zie dat er dan dieren uitsterven en zo.
Docent[a]	Bomen dat maakt je niet zoveel uit, maar de dieren wel?
M1	Ja.
Docent[a]	Oké, ik denk dat dat al iets heel belangrijks is om dat voor jezelf te weten. En je zou er dan misschien ook niet aan moeten denken dat die dieren in het bos leven?
M1	Ja, dus aan de ene kant wel, maar als ik alleen aan het bos denk, dus zeg maar alleen aan het woord 'natuur', dan denk ik niet gelijk aan de dieren die erin leven of zo.
Docent[a]	Oké.
J	Vaak staat het te ver van je af, je denkt er niet echt over na. Je gaat er pas echt bij nadenken als het echt belangrijk wordt. Nu heb je gewoon zoiets van het is er gewoon, je merkt er niets van.

Docent[a] introduceert hier het concept biodiversiteit als 'meetwaarde'. Er wordt nog niet dieper op ingegaan. Eerst worden de natuurwaarden besproken. Het onderwijsleergesprek (OLA 3.3) waar fragment [3[a]:1.B3.2] aan ontleend is, is goed voorbereid door de dia's (OLA 3.1) en de groepsopdracht (OLA 3.2). Het doel van OLA 3.3 is de vraag oproepen wat het concept biodiversiteit inhoud als 'meetwaarde voor de gezondheid van een natuurgebied'. Op de vraag van docent[a] wat je zou kunnen doen om de 'gezondheid' van de natuur te bewaken, noemt een van de leerlingen [M1] "kijken hoeveel verschillende soorten dieren er leven, en hoeveelheid…", een omschrijving van soortenrijkdom, en mogelijk ook abundantie. Deze leerling redeneert al in de bedoelde richting. Het is niet uit de gegevens te herleiden welk deel van de klas in les 1 op deze gedachtegang is gekomen. Wel is duidelijk dat de leerlingen zich niet dagelijks met natuurwaarden bezighouden en dat 'verscheidenheid' geen kwaliteit is die zij bij aanvang van de lessenreeks met natuur associëren.

In H4b verlopen het Natuurwaardenonderzoek en het onderwijsleergesprek (OLA 3.1-3.3) op een vergelijkbare manier. Docent[b] (band 1) constateert na het onderwijsleergesprek dat veel leerlingen meer natuur op een dia zien naarmate de invloed van de mens minder zichtbaar is, terwijl er ook leerlingen zijn die vinden dat mensen dan wel invloed kunnen hebben op de omgeving, maar dat ze zelf ook onderdeel van de natuur zijn.

Docent[a] vervolgt het onderwijsleergesprek met de vraag: "Hoe belangrijk vind je natuur in Nederland?" Docent[b] doet dat met een andere vraag: "Wat betekent natuur?" Evenals docent[a] gebruikt docent[b] voorbeelden uit het scenario bij het onderwijsleergesprek. Docent[b] gebruikt meer voorbeelden van tellingen van soorten, zoals vogels in het Waddengebied en hommels. Zij

geeft meer toelichting op het concept biodiversiteit dan docent[a]. Beide docenten benutten de gelegenheden in het onderwijsleergesprek om de hoofdvraag toe te lichten en te onderstrepen.

Docent[a] (band 3) stelt de volgende hoofdvraag: "*Hoe we daar iets over kunnen zeggen, hoe belangrijk een natuurgebied is, dat gaan we doen met biodiversiteit, aan de hand daarvan.*"

Docent[b] (band 1) stelt de volgende hoofdvraag: "*Als we het hebben over biologen, biologen die tellingen verrichten, en als we het hebben over verschillende organismen, dan zie je heel vaak in kranten en in wetenschappelijke artikelen de term biodiversiteit opduiken. Die term is heel vaag. Wat gaan we de komende lessen doen? Jullie gaan uitzoeken wat de term biodiversiteit betekent.*"

Het is niet waarschijnlijk dat leerlingen deze vragen zelf stellen. Het verband met de komende activiteiten wordt door de docent aangegeven, niet door de leerlingen. De overgang naar de volgende les is daardoor niet probleemstellend (OC 5). Het leerdoel van de les (L 3.1) is gedeeltelijk bereikt, omdat een begin is gemaakt met het onderzoeken van verschillende betekenissen van concept biodiversiteit. De docent geeft het volgende werkblad met een korte toelichting als huiswerk op.

Leerlingen vinden het praten over hun eigen mening wel leuk, maar ervaren het niet als leren. Dit blijkt uit een kort gesprek in H4a met een aantal leerlingen na afloop van les 1 (band 3). "Het is je eigen mening, dus dat weet je al," zegt een van hen.

Uitvoering les 2 en 3

In het ontwerp van OLS 3 wordt een verband verondersteld tussen enerzijds de kennismaking met het concept biodiversiteit via het *Natuurwaardenspel* in les 1 en anderzijds de kennismaking met de verscheidenheid van de levende natuur aan de hand van voorbeelden van verschillende organismen en hun kenmerken in het snijpracticum. Tijdens het snijpracticum wordt geen relatie met het concept biodiversiteit gelegd.

Het practicum staat in OLS 3 voor een taxonomische onderwijsleercontext waarin de leerlingen het concept biodiversiteit als 'soortenrijkdom' zouden moeten ontwikkelen, onafhankelijk van de componenten ruimte en tijd. Het practicum is met enige aanpassingen overgenomen uit de tweede casestudie. Door te ontdekken hoe groot de verschillen tussen exemplaren van verschillende soorten organismen zijn, zouden leerlingen meer beeld bij de verscheidenheid in de levende natuur kunnen krijgen. Het was de bedoeling dat leerlingen door het practicum meer betrokken zouden raken bij het onderwerp biodiversiteit, en daardoor meer geïnteresseerd in de komende leeractiviteiten.

Elk duo bekijkt en tekent twee preparaten. Met behulp van de werkbladen worden kenmerken benoemd in de tekening. Het practicum is veelzijdiger gemaakt dan in de tweede casestudie door de leerlingen in elk geval een dier en een plant of een schimmel te laten tekenen. Daarnaast bekijken leerlingen de preparaten en tekeningen van andere duo's. De verwachting is dat deze aanpassingen tot breder beeld van de taxonomische verscheidenheid zal leiden dan in de tweede casestudie. Verder werden om praktische redenen andere soorten organismen gekozen.

De organismen zijn gekozen uit drie verschillenden rijken, het dierenrijk (mossel, zeester, schol, rivierkreeft en krab), het plantenrijk (varen en mos) en het schimmelrijk (broodschimmel en champignon). Daardoor is de verscheidenheid die leerlingen kunnen ontdekken relatief groot, ondanks het geringe aantal organismen dat in twee lessen bestudeerd kan worden. Bacteriën zijn om praktische redenen niet voor het practicum gebruikt. Kolonies moeten worden opgekweekt, afzonderlijke organismen zijn moeilijker te bekijken (microscopische preparaten), en hun kenmerken zijn minder sprekend voor leerlingen. Bovendien is het biologisch soortbegrip, dat de leerlingen al wel kunnen toepassen op seksueel voortplantende organismen, lastig toepasbaar op bacteriën, die zich aseksueel voortplanten.

Naast het belang van exemplaren uit verschillende rijken, is het voor het bestuderen van verschillen ook belangrijk dat er meerdere exemplaren uit hetzelfde rijk te bekijken zijn. De verschillen tussen bijvoorbeeld een kreeft en een krab zijn namelijk beter te begrijpen dan bijvoorbeeld de verschillen tussen een rivierkreeft en een haarmosplantje. Tussen de krab en de kreeft zijn naast verschillen immers ook overeenkomsten te ontdekken. Zulke verschillen tussen nauw verwante organismen zijn vaak uit te leggen als verschillende oplossingen voor dezelfde functies. Deze verschillen maken naar verwachting meer indruk dan de grotere, maar minder tot de verbeelding sprekende verschillen tussen bijvoorbeeld rivierkreeft en haarmos.

De introductie van het practicum en de instructies (OLA 3.5) zijn in beide klassen heel kort. De leerlingen kunnen zelfstandig aan het werk met het practicumvoorschrift in de snelhechter. De docent en de technisch onderwijsassistent (toa) zijn aanwezig om de leerlingen te assisteren.

Docent[b] begint de les met een terugblik op de afsluiting van les 1 waarin het concept biodiversiteit werd geïntroduceerd. Zij gaat een gesprek aan met de klas over verzamelingen. In dit gesprek ligt de nadruk op wat een verzameling bijzonder en waardevol kan maken: zo veel mogelijk verschillen, zeldzaamheid. Dan legt docent[b] het concept biodiversiteit uit als de totale verzameling van organismen die er op de wereld leven, en het practicum als een greep uit die verzameling (band 4).

Les 2 wordt verder besteed aan het eerste preparaat (OLA 3.6).

Aan het begin van les 3 maken de leerlingen het werkblad De Vier Rijken na een korte introductie van de docent. Het werkblad wordt goed gemaakt.

Het volgende fragment [3[a]:3.B6.3] illustreert de motiverende functie van het practicum. Door verwondering over 'de biodiversiteit' raken leerlingen waarschijnlijk meer betrokken bij het onderwerp. De geluidsopname is gemaakt in H4a bij OLA 3.8, aan het einde van les 3. Michiel en Mieke werken samen aan een mosplantje, dat zij onder de binoculair hebben bekeken. De werkbladvragen over kenmerken van de soort en de afdeling waartoe het organisme behoort, hebben zij beantwoord, maar er is nog tijd over. Mieke gebruikt die tijd om een sporendoosje open te maken. Ondertussen werken Teun en Hanna nog aan hun rivierkreeft. De gesprekken lopen parallel.

[3[a]:3.B6.3] OLA 3.8

Michiel: Zullen we dit ding eens openmaken?
Mieke: Ja. Moet je wel naast het blaadje doen.
Teun: Vaag hoofd heeft hij wél hoor, die kreeft.
Hanna: De krab vond ik makkelijker.
Teun: Nou, ik vind die kreeft wel mooi. Gelukkig klopt de schaal ook helemaal.
Hanna: De vergroting.
Teun: De verhouding van de onderdelen.
Hanna: Pantserskelet.
Mieke: Sporendoosjes… zal ik die even proberen te knippen? (…) Hé, het is gelukt, denk ik. Kijk, ik heb hem doormidden geknipt! Zie je wel? (…)
Michiel: Ja! [*J1 kijkt ook door de binoculair*] Hé, dat is een leuk gezicht.
Mieke: Mooi hè? [*M1 neemt de binoculair weer over*] Oh… écht mooi! (…) Echt supermooi! (…) Mooi! Yeah! *[zegt nu tegen de docent, die bij duo 2 is gaan staan]* We hebben iets heel moois!
Docent[a]: Mooi! [*docent tegen Teun*]
Mieke: Mevrouw? [*lacht*]?
Docent[a]: [*tegen J2*] Ik vind hem heel mooi.
Teun: Ja?
Docent[a]: Ja, echt waar!
Teun: Oh, maar die van haar [*wijst op tekening van zijn duo-partner, Hanna*] is veel mooier. [er volgt een onderwijsleergesprek tussen docent en duo 2, over rijken, afdelingen, en soortkenmerken]
Mieke: Kijk eens wat mooi!
Docent[a]: Hm?
Mieke: Wat wij hebben! [docent loopt naar de andere kant van de tafel. Teun praat verder met Hanna]
Docent[a]: Oh, héél mooi. Ja! Heel mooi. Oké! (…) Heel mooi gemaakt. Mooi open. [*Teun toont nu belangstelling voor het werk van het andere duo, Michiel en Mieke*]
Teun: Wat heb je open gekregen, de blaadjes?
Mieke: Nee, zo'n zaad eh… ding. Sporendoosje (…) Ik heb het gewoon afgeknipt.
Teun: Best wel slim. [Teun komt nu ook door de binoculair kijken]
Mieke: Dit was het dan…
[…]
Docent[a]: [*tegen de klas*] En hier is de zeester ook héél mooi opengemaakt. (...) Oké! Als je klaar bent, geef ik je een opdracht. Voor huiswerk. Die is voor ná de vakantie. En dan kan je alles opruimen. (...) Oh ja, loop even bij elkaar langs. Hier bijvoorbeeld een heel mooi sporendoosje, en de zeester.

Doordat de duo's tegenover elkaar werken en bij elkaar kunnen kijken, zoals in bovenstaand fragment [3[a]:3.B6.3] krijgen de leerlingen in OLS 3 meer kans om overeenkomsten en verschillen te ontdekken en de biologische verscheidenheid te ervaren dan in OLS 2. Er ontstaat inderdaad belangstelling voor het preparaat van het andere duo. De docenten en de toa geven de leerlingen de ruimte om bij elkaar te gaan kijken. De docenten vinden de relatieve drukte die dit opleverde, opwegen tegen de voordelen.

Het volgende fragment [3[b]:3.B7.4] is opgenomen in H4b, les 3 (OLA 3.8). De toa assisteert een groep leerlingen bij het gebruik van hun biologieboek[9] bij het practicum. Er zijn vier leerlingen aan het woord, omdat het tweede duo van de groep bij het gesprek van het eerste is betrokken. Het gesprek gaat over een schol die reeds gedeeltelijk ontleed is; een van de leerlingen heeft met een scalpel een klein gat in de huid gemaakt.

9 Hoofdstuk Ordening en evolutie, Thema 5 van deel havo[A], tweede fase; Malmberg (1998).

[3^{b}:3.B7.4] OLA 3.8

M3	Het lijkt net kerriesaus, hè? (Gegiechel)
M4	Wat is dat dingetje dat jullie opzij hebben gelegd?
M1	Het velletje.
M3	[*tegen de toa*] Kan je helpen? Hier staat: "Zoek de kenmerken op van…" Nou heb ik de kenmerken opgeschreven, maar het binnenste [onverstaanbaar].
Toa:	Laat eens kijken? Heb je ook in je boek gekeken naar de kenmerken van de afdeling?
M3	Ja, maar ik bedoel, er stond weinig in over schollen. Kijk, hier stond heel weinig in. Ik kan eventueel hierbij kijken, maar…
Toa	Nou, waarom zou je daarbij kijken?
M3	Nee nou, weet ik niet.
Toa	Nee, het is wel goed, maar waarom?
M3	Omdat het er iets mee te maken heeft, met vis.
Toa	Ja, nou…
M3	Het is geen snoek.
Toa	Nee, dat klopt. Maar is een snoek een afdeling? Bij vraag a) staat: "Zoek de kenmerken van een afdeling. Waarom is een snoek een afdeling?
M3	Omdat elke vis… eh…
Toa	Kijk, dat is het stomme van dit boek, en daar kun jij echt niets aan doen hoor. Er staat hier: "indeling van een dierenrijk," maar er staat verder niets bij. En hier staat het namelijk wel bij, bij de planten. Het plantenrijk wordt ingedeeld in vijf afdelingen, dus wat is nou een afdeling? Dat is een… je hebt alle planten bij elkaar en dan heb je binnen de groep van planten… [wijst in boek] kijk zo werkt het namelijk. Hier heb je vier groepen, hè? Planten, dieren, schimmels en bacteriën. Dat zijn de rijken, en die opdracht heb je net gemaakt. Dan ga je naar het rijk van de planten en die bestaat weer uit een aantal afdelingen. Dat zijn er vijf bij de planten. Net zoals het dierenrijk, die bestaat ook uit een aantal afdelingen alleen dat hebben ze er hier weer niet bijgezet. Maar dit is dus een afdeling, dit is een afdeling, dit is een afdeling, en de gewervelde is ook een afdeling.
M3	Ja, maar waar kun je nou vinden… hoe of wat van een schol?
Toa	Nou kijk, hier staan de kenmerken van de afdeling gewervelde, die staan hier bij elkaar, die gelden dus voor alle organisme binnen die afdeling.
M3	Oh ja, dus je kunt ook hierbij zetten: wervelkolom?
Toa	Ja, precies!
M3	En die moet je blootleggen?
Toa	Die zit wel in de binnenkant, dus die zou je kunnen proberen te vinden.
M2	Opensnijden?
M3	Ja, probeer het.

Fragment [3^{b}.3.B7.4] illustreert hoe de leerlingen de kenmerken leren kennen van het organisme dat zij bestuderen. Dit zijn kenmerken van het Rijk en de afdeling waartoe het organisme behoort, maar ook de kenmerken van de soort. Relevant voor de effectiviteit van OLS 3 is dat hierdoor een beeld ontstaat van verschillen tussen soorten. Voor de leerlingen is de opbouw van dat beeld tweeledig. Zowel de kenmerken als het soortbegrip in deze context zijn nieuw voor hen. Zij hebben eerder een biologisch soortbegrip geleerd, dat als volgt gedefinieerd is: twee organismen behoren tot dezelfde biologische soort als zij in principe vruchtbare nakomelingen zouden kunnen voortbrengen. Het verband tussen morfologische kenmerken, verwantschap en soorten, of hogere taxa, is nieuw voor hen. Daarom zijn deze twee lesuren en de daarop volgende les (les 4) over ordening en verwantschap belangrijk om met 'soortenrijkdom' als eerste component een goede basis te leggen voor de ontwikkeling van het concept biodiversiteit als 'maatstaf voor natuurkwaliteit'. Leerlingen moeten eerst met het soortbegrip kunnen omgaan, om daarna verscheidenheid als soortenrijkdom uit te breiden met de componenten abundantie, ruimte en tijd.

Uit de protocollen van les 2 en les 3 blijkt dat leerlingen enthousiast werden door het werken met de organismen, ook leerlingen die eerst tegenzin hadden, mogelijk door weerzin tegen het snijden. Zij hebben niet alleen hun eigen exemplaren bestudeerd, maar toonden eveneens belangstelling voor de preparaten van andere duo's. Een belangrijke aanwijzing voor de didactische betekenis van deze concrete kennismaking met de 'vormenrijkdom' van de levende natuur is dat leerlingen in de lessen volgend op het practicum nog refereerden aan hun practicumervaringen, en de organismen van het practicum als voorbeeld gebruikten.

Uitvoering les 4
Tijdens les 2 en 3 is geen aandacht besteed aan het concept biodiversiteit. In beide klassen wordt in les 4 teruggekomen op het concept biodiversiteit door de les te beginnen met de bespreking (OLA 3.9a) van het huiswerk (OLA 3.4) dat aan het einde van les 1 is opgegeven, namelijk de opdracht *Biodiversiteit en nog eens…*. De leerlingen wordt gevraagd in welke betekenis het concept biodiversiteit wordt gehanteerd in zes korte teksten: als 'index', als 'bron', of als 'natuur'.

De opdracht *De 4 Rijken* (OLA 3.7) is tijdens les 3 voorafgaand aan het practicum gezamenlijk gemaakt en behoeft niet meer te worden besproken. Na *Biodiversiteit en nog eens…* wordt de huiswerkopdracht *Overeenkomsten en verschillen* (OLA 3.8b) klassikaal besproken (OLA 3.9b). Deze huiswerkopdracht was bij de voorbereidingen van de derde casestudie nog niet in het scenario opgenomen, maar werd na het practicum in les 3 toegevoegd en maakt dus deel uit van de geëvalueerde OLS 3. De opdracht is om de taxonomie van de twee preparaten van de uitgevoerde practica te vergelijken.

In H4a wordt minder tijd besteed aan het bespreken van de huiswerkopdrachten (OLA 3.9ab) dan in H4b. Voor H4a is het huiswerk van voor de vakantie. Het is drie weken geleden opgegeven en in de tussentijd hebben de leerlingen een proefwerkweek, een schoolkamp en een week vakantie gehad. Hierdoor is voor zowel de leerlingen als de docent de relevantie van deze opdracht verminderd. De huiswerkbespreking sluit voor H4b wel aan op de vorige les. Doordat het programma van H4b drie weken op dat van H4a achterloopt, komt de planning in dit geval gunstiger uit. Docent[b] besteedt meer aandacht aan de tekstfragmenten over biodiversiteit en de betekenissen van het concept biodiversiteit als 'index', 'bron' of 'natuur' (OLA 3.4 en 3.9a) dan docent[a].

Na het bespreken van de huiswerkopdrachten wordt in beide klassen de opdracht *Ordening van de biodiversiteit* in de les gemaakt en klassikaal besproken (OLA 3.10 en 3.11). De taxonomie van de soorten mens, chimpansee en kat worden vergeleken. De ordening wordt besproken overeenkomstig de biologiemethode, waarbij de betekenis van het concept biodiversiteit in de taxonomische context buiten beschouwing blijft. Het doel van de les (L 3.4), namelijk het concept biodiversiteit uit te breiden met de betekenis van 'verscheidenheid' zonder de componenten 'tijd' en 'ruimte', wordt niet gerealiseerd.

In H4a komen de opdrachten over *Vogeldiversiteit* (OLA 3.12), die volgens het scenario waren gepland voor les 5, al in les 4 aan de orde. H4b heeft op het moment dat les 4 plaatsvindt een 40-minutenrooster, waardoor de geplande activiteiten voor les 4 precies in de les passen. H4b start in les 5 met de opdrachten over *Vogeldiversiteit*.

In deze subparagraaf over les 4 wordt eerst de huiswerkopdracht over het concept biodiversiteit en de klassikale bespreking daarvan (OLA 3.4 en 3.9) in beide klassen besproken. Hoe de opdrachten over *Vogeldiversiteit* worden uitgevoerd wordt voor beide klassen in de volgende subparagraaf besproken.

In les 4 is het concept biodiversiteit het meest besproken aan de hand van de opdracht *Biodiversiteit en nog eens…* De tekstfragmenten zijn weergegeven in fragment [3[ab]:4.L.5] hieronder.

[3[ab]:4.L.5] OLA 3.4 en 3.9 Tekstfragmenten uit het lesmateriaal van les 4.
Uitspraak 1
Biodiversiteit omvat de relatie tussen planten en dieren én de erfelijke verschillen tussen en binnen de soorten. Maar er valt meer onder dit complexe begrip: de relatie tussen de gebieden waarin de soorten leven en het natuurlijke evenwicht binnen die leefgebieden. Het geheel van deze onderdelen zorgt voor het klimaat de atmosfeer en de waterhuishouding van de aarde (Greenpeace, folder Biodiversiteit, 1997).

Uitspraak 2
Gezien de vitale rol die alle soorten spelen bij de instandhouding van onze planeet, is het toestaan dat enkele soorten zullen uitsterven gelijk aan het verwijderen van de klinknagels uit een vliegtuigvleugel… tijdens de vlucht. je zult nooit precies weten hoeveel nagels je kunt verwijderen om nog veilig verder te kunnen vliegen, tot het te laat is (Walter Reid, Keeping options Alive: The Scientific Basis for conserving Biodiversity, World Resourses Institute, 1989 In: Greenpeace, 1997).

Uitspraak 3
In de eenvoudigste en meest algemene betekenis is biodiversiteit te definiëren als de som van alle verschillende soorten organismen die in een bepaald gebied voorkomen - bijvoorbeeld op aarde, het Afrikaanse continent, in het Amazonebekken of in onze eigen achtertuin. (…) Biodiversiteit kan worden opgevat als een verzameling van verschillende hiërarchische elementen: we kunnen het aantal ecosystemen, levensgemeenschappen, soorten, populaties of genen in elk duidelijk afgebakend gebied tellen (Dobson, 1997).

Uitspraak 4
'Biologische diversiteit': de variabiliteit onder levende organismen van allerlei herkomst, met inbegrip van, onder andere, terrestrische, mariene en andere aquatische ecosystemen en de ecologische complexen waarvan zij deel uitmaken; dit omvat mede de diversiteit binnen soorten, tussen soorten en van ecosystemen (Verdrag inzake Biologische Diversiteit, Rio de Janèiro, 1992 - Officiële Nederlandse vertaling).

Uitspraak 5
Wetenschappers schatten dat door de vernietiging van natuurlijke leefgebieden door de mens duizenden soorten planten en dieren uitsterven. Elke dag verdwijnen er honderd tot driehonderd soorten voor altijd: slachtoffers van het onvermogen van de moderne mens om in evenwicht met de natuur te leven (Global Biodiversity: Status of the Earth' Living Resourses, World Conservation Monitoring Centre, Chapman and Hall, 1992 In: Greenpeace, 1997).

Uitspraak 6
Wie het over biodiversiteit heeft, bedoelt daarmee de vormenrijkdom die zich in de levende natuur in de loop der evolutie heeft ontwikkeld (Gittenberger, in: Van Nieukerken en Van Loon (red.), 1995: pag. 5).

In het volgende fragment [3[a]:4.B8.6] wordt de huiswerkopdracht besproken. De opdracht is door de leerlingen op het werkblad 'Biodiversiteit en nóg eens…' gemaakt. De leerlingen van H4a hebben het huiswerk serieus gemaakt: 100% heeft de antwoorden ingevuld, 67% heeft de antwoorden beargumenteerd. Een viertal heeft dit vrij uitvoerig gedaan.

[3ᵃ:4.B8.6] OLA 3.4 en 3.9

Docentᵃ	Oké, huiswerk. Dat waren opdrachten die je deels in de les al hebt gedaan, en deels ook thuis. Neem die eerste maar voor je. Je moest iets zeggen over biodiversiteit. En dan heb je stukjes gelezen, en moest je aangeven wat biodiversiteit daar betekende. Was dat als een 'maat', was dat als een 'bron', of als 'natuur'. Ik weet dat Teun toen al aangaf: "wat een moeilijk stuk is dat," klopt toch?
Teun	Ja.
Docentᵃ	Wie is er uit gekomen? Teun, zou je wat kunnen noemen. Ben je er een beetje uitgekomen?
Teun	'Maat', daar heb ik niets, die wist ik niet, maar…
Docentᵃ	Ja?
Teun	Bij 'bron' heb ik 2 en 5 [nummers van tekstfragmenten uit de opdracht].
Docentᵃ	Ja.
Teun	En bij 'natuur' heb ik 1 en 3.
Docentᵃ	Bij 'natuur' heb je 1 en 3. Oké, ik denk dat je *(onverstaanbaar)*. Het is niet heel zwart-wit, of het één of het ander. Ik zal zo de antwoorden geven, die komen wel een beetje overeen. Zijn er mensen die wat anders hebben? Marrick? Heb jij bijvoorbeeld iets als 'maat' bijvoorbeeld?
Marrick	Nee.
Docentᵃ	Helemaal niets?
Marrick	Nee, eigenlijk niet.
Docentᵃ	Sophie, heb jij iets gevonden als 'maat'?
Sophie:	Nee.
Docentᵃ	Hoe komt dat? Wie heeft er wel wat gevonden als 'maat'? Michiel?
Michiel	Ik had 2 en 5.
Docentᵃ	2 en 5? Waarom heb je daarvoor gekozen. Kan je dat nog zeggen?
Michiel	Weet ik niet meer precies.
Docentᵃ	Dat weet je niet meer precies. Lisa, kan je nog een keer zeggen wat je had?
Lisa	Ik had 3 en 5, want er wordt hier gesproken over verschillende (*onverstaanbaar*) midden in de natuur.
Docentᵃ	Ja, prima. Ik zal de antwoorden eens laten zien. Bij 'maat' 3 en 5, en ook 6, waar ik ook van dacht, waarom zou die daarbij staan. Maar daar zijn dus allerlei verschillende mogelijkheden. Die van Lisa was ik het bijvoorbeeld ook mee eens, 3 en 5. Ja, en bij 'levende natuur', die had Teun ook al: uitspraak 1, daar gaat het echt over de natuur. Ja, daar en [voor biodiversiteit] als 'bron' [was het antwoord] 4 en 2. Wat valt je nou op als je naar het thema 'biodiversiteit' kijkt? Als je zo'n opdracht hebt gemaakt?
Teun	Lastig.
Michiel	Ja
Docentᵃ	Waarom dan?
Teun	Gewoon, waarom het meerdere dingen kan betekenen. Allemaal verschillend.
Docentᵃ	Ja. Het woord heeft dus meerdere betekenissen voor iedereen. Dus het woord heeft niet één duidelijke betekenis, maar voor iedereen betekent het eigenlijk wat anders. De komende lessen gaan jullie daar ook nog een eigen betekenis aan geven, gaan jullie het zelf uitzoeken.

In fragment [3ᵃ:4.B8.6] komen alleen de antwoorden aan bod, niet de argumentatie. In de les is dus niet besproken hoe in een tekst herkend kan worden of het concept biodiversiteit als 'index' of 'bron' of 'natuur' wordt gehanteerd. Van de 15 leerlingen hebben echter 10 leerlingen argumenten op hun werkblad ingevuld, waarvan vier leerlingen uitvoerig. Met name Lisa, Sophie, Mieke en Roos hebben aandacht besteed aan hun argumenten. Het is niet duidelijk waarom Sophie "nee" zegt in het fragment. Uit het volgende fragment [3ᵃ:4.L.7] van het werkblad van Sophie blijkt dat zij wel degelijk twee uitspraken had gevonden waarin het concept biodiversiteit als 'index' wordt gehanteerd.

[3[a]:4.L.7] OLA 3.4 antwoorden Sophie H4a
Biodiversiteit als 'maat': uitspraak 3 en 5 omcirkeld. "Ze tellen het aantal soorten op de ene plek en gaan dat vergelijken met het aantal soorten op de andere plek (uitspraak 3), en de natuur is beter af met meer biodiversiteit (uitspraak 5)."

Biodiversiteit als 'bron': uitspraak 2 en 4 omcirkeld. "Belangrijk citaat: 'mensen kunnen niet overleven zonder biodiversiteit'. Ze maken duidelijk dat we zuinig moeten zijn op de biodiversiteit."

Biodiversiteit als 'natuur': uitspraak 2, 5 en 6 omcirkeld. "Ze praten over 'de levende natuur' en alles wat daarbij samenhangt."

Het is niet uit de gegevens op te maken waarom de argumenten van de leerlingen in het klassikale onderwijsleergesprek (OLA 3.9) in les 4 niet naar voren komen. Uit het nagesprek na afloop van les 4 van H4b blijkt wel dat beide docenten het een moeilijke opdracht vonden en de bespreking met de klas lastig. Docent[a] zei zelf minder gemotiveerd te zijn geweest voor dit onderdeel vanwege de lange periode tussen de laatste les over biodiversiteit (les 1) en het bespreken van deze opdracht (les 4), door twee lessen practicum, proefwerkweek, schoolkamp en vakantie. Docent[b] had hier geen last van, doordat les 1 van H4b na de vakantie plaatsvond, tegelijk met les 4 van H4a.

De leerlingen van H4b hebben het huiswerk (OLA 3.4) op een vergelijkbare manier uitgevoerd als H4a. Van de 15 leerlingen heeft 100% de antwoorden ingevuld en 90% ook beargumenteerd, waarvan een viertal, evenals in H4a, positief opvalt door de relatief uitvoerige toelichtingen bij de antwoorden.

In H4b start les 4 met de aankondiging dat twee huiswerkopdrachten besproken zullen worden, namelijk het werkblad 'Biodiversiteit en nóg eens…' dat in les 1 als huiswerk is opgegeven (OLA 3.4), en het werkblad 'Overeenkomsten en verschillen', dat na het practicum in les 3 is opgegeven. Voor de ontwikkeling van het concept biodiversiteit en de effectiviteit van OLS 3 is alleen de klassikale bespreking (OLA 3.9) van het eerste werkblad (OLA 3.4) relevant. Evenals bij de evaluatie van OLA 3.4 en 3.9 in H4a hierboven, wordt de bespreking van het andere huiswerk in de evaluatie van OLA 3.4 en 3.9 in H4b hieronder buiten beschouwing gelaten.

Fragment [3[b]:4.B9.8] hieronder laat zien hoe OLA 3.9 wordt ingeleid en illustreert hoe nauwgezet docent[b] het scenario volgt.

[3[b]:4.B9.8] OLA 3.4 en OLA 3.9

Docent[b] Wij gaan twee dingen bespreken, twee opdrachten die jullie thuis hebben gemaakt. Eentje ligt vers in het geheugen. Dat is namelijk de opdracht die ik aan het einde van de vorige les heb gegeven, die jullie moesten maken na dat practicum. De tweede opdracht is de opdracht die helemaal in les 1 is opgegeven. Dat is een lastige opdracht dus daar wil ik mee beginnen. En daar wil ik ook iets meer aandacht aan besteden dan aan de opdracht die we voor de vorige keer hebben opgekregen na het practicum.
Om jullie weer even helemaal in de stemming te brengen: we zijn nog steeds bezig met het begrip *biodiversiteit*. Nou, dat begrip biodiversiteit staat in de eerste opdracht ook centraal. Wat is nou de vraag in die opdracht? De vraag is: dat begrip biodiversiteit, wordt te pas en te onpas overal gebruikt, in kranten, in tijdschriften, in folders van allerlei organisaties, dus als je daar heel goed naar gaat kijken, en als het goed is hebben jullie dat nu gedaan, dan zal je zien dat het begrip biodiversiteit vele verschillende betekenissen kan hebben. In de opdracht hebben ze drie voorbeelden daarvan genoemd, namelijk: je kunt het begrip biodiversiteit

gebruiken als ‘maat’, je kunt het begrip biodiversiteit gebruiken als ‘bron’, en je kunt het begrip biodiversiteit gebruiken als ‘natuur’.
Dat zijn dus de drie verschillende manieren waarop het begrip biodiversiteit gebruikt kan worden. En van die drie verschillende manieren zien wij voorbeelden staan in de opdracht. Dirk.

Dirk — Als je het nou echt, als je die biodiversiteit, als je daar iets over zou moeten zeggen, wat is het dan eigenlijk precies?

Docent[b] — Dat is een hele goeie vraag. Maar het antwoord ga ik niet geven. Het is namelijk zo, dat wij deze les en de volgende les dat aan de hand van een opdracht dat precies uit gaan zoeken en aan het einde van volgende les, ik verzeker het jullie, aan het einde van de volgende les, weten jullie allemaal precies hoe je er zelf over denkt wat biodiversiteit is. Dan hebben jullie daar zelf anderhalve les over nagedacht en jullie hebben dan zelf geprobeerd om daar een omschrijving van te maken.

Vervolgens worden de uitspraken 1 t/m 6 van het werkblad besproken. Fragment [3[b]:4.B9.9] geeft de bespreking van uitspraak 1 weer. Zie voor de uitspraken fragment [3[ab]:4.L.5] hierboven.

[3[b]:4.B9.9] OLA 3.4 en OLA 3.9 (vervolg)

Docent[b] — Wij gaan naar de voorbeelden die genoemd zijn in de opdracht en dan stel ik aan jullie de vraag: is het [concept biodiversiteit] hier nou gebruikt als ‘maat’, is het gebruikt als ‘bron’, of is het gebruikt als ‘natuur’? En daarbij wil ik zeggen dat de antwoorden niet geheel eenduidig zijn, je zou er ook over kunnen discussiëren. We gaan naar de eerste uitspraak. Iedereen leest even mee met de eerste uitspraak.

Docent[b] — [*leest uitspraak 1 voor*] Zou je zeggen dit is biodiversiteit gebruikt als ‘maat’, als ‘bron’ of als beschrijving van de natuur? Jeroen, wat zou jij daar op zeggen?

Jeroen — Ja, ik denk dat het ‘natuur’ is. Ik weet het niet.

Docent[b] — Je weet het niet, het is moeilijk he? Je denkt dus dat het ‘natuur’ is, waarom denk je dat?

Jeroen — Er wordt uitgelegd wat het inhoudt en ze praten over planten en dieren en erfelijke verschillen en zo, en ik denk niet dat je dat als ‘bron’ of ‘maat’ moet zien.

Docent[b] — Je kunt het niet als ‘bron’ of ‘maat’ zien, en er wordt uitgelegd over relaties tussen planten en dieren. Zijn er mensen die zeggen van nou, ik vind eigenlijk dat Jeroen niet gelijk heeft, ik zie dat toch anders? Dirk?

Dirk — Ik ben het eigenlijk wel met hem eens, want wat hij zegt is wel goed. Maar ik denk dat het een ‘bron’ is omdat het uit een folder van Greenpeace komt.
[gelach]

Docent[b] — Dat is een hele goede opmerking, dat dit eigenlijk afkomstig is uit een bepaalde bron maar waar ik naartoe wil is, wordt in dit voorbeeld [het concept] biodiversiteit gebruikt als ‘bron’? En dan gaan we dus terug naar de vorige pagina want daar staan voorbeelden: wanneer kun je [het concept] biodiversiteit als ‘bron’ zien? Als je biodiversiteit gebruikt als ‘bron’ waaruit bijvoorbeeld mensen hun voedsel, materialen, medicijnen, enzovoort, kunnen halen. Nou dan is dit er eentje waar we het allemaal aardig over eens zijn. Als ik het zou mogen zeggen zou ik het daar ook neerzetten.

Noch voor de docent, noch voor de leerlingen is deze opdracht vanzelfsprekend. Het nadenken over de vraag in welke betekenis een bepaald concept wordt gebruikt is geen gebruikelijke activiteit. Uit het onderwijsleergesprek blijkt dat docent[b] het scenario voor ogen blijft houden. Het doel van het onderwijsleergesprek (OLA 3.9) is dat de leerlingen gaan begrijpen dat het concept biodiversiteit meerdere betekenissen heeft. De docent is expliciet in haar bedoeling de leerlingen alleen het probleem te laten ervaren en nog niet de oplossing te geven.

In fragment [3^{b}:4.B9.10] wordt uitspraak 2 besproken. De docent reageert vooral op leerlingen die hun vinger opsteken, geeft eventueel beurten aan leerlingen die geen vinger opsteken, nodigt leerlingen uit tot deelname aan het gesprek, speelt vragen terug naar de klas en vraagt vaak door: "Probeer dat eens uit te leggen."

[3^{b}:4.B9.10] OLA 3.4 en OLA 3.9 (vervolg)

Docent^{b}	Dan gaan we verder naar de tweede uitspraak. *[leest uitspraak 2 voor*] Wie heeft hier iets zinnigs over te melden? Hoe wordt [het concept] biodiversiteit hier gebruikt? Marrit?
Marrit	Ik denk als een maat.
Docent^{b}	Als 'maat'. Probeer dat eens uit te leggen.
Marrit	Ja, dat is een goeie. Eh… [denkt na]
M1	Ik had zelf 'natuur'.
M2	Ik had ook 'natuur'.
Docent^{b}	Zijn er nog mensen die daar anders over denken?
M3	Ik had een bron.
Docent^{b}	Als 'bron'.
M3	Ja, hij had het over dat het uitput…
Docent^{b}	Ja dat je niet oneindig door kunt gaan met er spullen uithalen. Ja, dat vindt ik ook een hele mooie manier om er naar te kijken. Dit is er eentje waar er inderdaad discussie over mogelijk is. Wat Danielle zegt vindt ik heel goed. Maar je zou inderdaad ook kunnen zeggen, je pikt telkens soorten uit, dus je bent bezig met een vorm van tellen dus je zou het ook als 'maat' kunnen zien. Een 'bron' vind ik iets moeilijker omdat ik hier niet precies uit kan halen hoe [het concept] biodiversiteit hier als 'bron' er uitkomt.

Hoewel er geen eenduidig antwoord komt – de docent pakt ook de antwoordsleutel er niet bij – maakt de docent wel gebruik van het gesprek om de verschillende betekenissen van het concept biodiversiteit nogmaals toe te lichten. In het volgende fragment [3^{b}:4.B9.11] worden uitspraken 3 en 4 besproken.

[3^{b}:4.B9.11] OLA 3.4 en OLA 3.9 (vervolg)

Docent^{b}	Goed we gaan snel verder met [uitspraak] drie. *[leest uitspraak 3 voor]* Tijmen?
Tijmen	Maat.
Docent^{b}	Als 'maat'. Zijn er nog mensen die iets anders hebben?
M2	Ik had ook 'maat'.
Docent^{b}	Het gaat hier heel duidelijk over tellen. Over het tellen van soorten, over het tellen van populaties. Dus het is vrij duidelijk dat hier de biodiversiteit gebruikt wordt als 'maat'. Gaan we verder naar [uitspraak] vier. *[leest uitspraak 4 voor]* Wie? Dit is een hele moeilijke vraag hoor. Er komen heel veel moeilijke woorden in voor, waarvan je misschien denkt: ik weet niet wat ze betekenen.
M1	Ik weet niet wat er staat.
Docent^{b}	Wie heeft hier iets over te zeggen?
Tijmen	Ik denk dat het 'natuur' is.
Docent^{b}	Jij denkt dat het 'natuur' is. Tijmen, probeer dat eens uit te leggen.
Tijmen	Met ecosystemen en zo.
Docent^{b}	Het is een beschrijving van ecosystemen, inderdaad, hoe die eruit kunnen zien. Er staat 'terrestrische', dat betekent op aarde levend. 'Mariene', dat betekent in het water levend, in de zee levend. Dus het is een beschrijving van een ecosysteem, ja. Om te zeggen: ik vind dat een beschrijving van de natuur… Ehm… [denkt een moment na] Ik vind ik dat een aardige oplossing.

Tijmen heeft het huiswerk zorgvuldig gedaan. Hij heeft meer argumentatie ingevuld dan hij in het onderwijsleergesprek inbrengt. Hij heeft de antwoorden gecorrigeerd tijdens de les, waardoor het niet geheel duidelijk is wat hij zelf had omcirkeld. De argumentatie is uitvoeriger dan bij de meeste klasgenoten. Fragment [3^{b}:4.L.12] geeft de antwoorden van Tijmen weer.

[3^{b}:4.L.12] OLA 3.4 antwoorden Tijmen H4b

Biodiversiteit als 'maat': uitspraak 1, 3 en 5 aanvankelijk omcirkeld; 2, 3, 5 en 6 later benadrukt. "1) Door te kijken in andere gebieden, kan je de verschillende relatie. 3) Kijken in verschillende continenten. 5) Door te vergelijken op pekken waar wel en waar geen mensen zijn."

Biodiversiteit als 'bron': uitspraak 1 en 3 aanvankelijk omcirkeld; 2 en 5 later benadrukt. "Ze zeggen dat mensen niet zonder biodiversiteit kunnen."

Biodiversiteit als 'natuur': uitspraak 2, 4 en 6 aanvankelijk omcirkeld; 1, 4 en 6 later benadrukt. "De relatie tussen planten en dieren, [zou] wel onder de term natuur kunnen vallen."

Uit de antwoorden van Tijmen blijkt dat hij het werkblad goed heeft gelezen en over de verschillende betekenissen van het concept biodiversiteit heeft nagedacht. In de toelichting op zijn antwoorden bij 'bron' hanteert Tijmen de component 'ruimte' van de werkdefinitie, nog voordat de klas zover is gevorderd. OLA 3.4 is voor Tijmen effectief geweest. Mogelijk zou OLA 3.9 effectiever kunnen als de antwoorden niet per uitspraak, maar per betekenis van het concept biodiversiteit besproken zou worden. De vraag is dan: welke kenmerken zijn bepalend voor de betekenis van het concept biodiversiteit in een bepaalde tekst of context? In principe wordt deze vraag ook in het onderwijsleergesprek in H4b beantwoord, maar het antwoord wordt versnipperd.

In fragment [3^{b}:4.B9.13] worden uitspraken 5 en 6 besproken.

[3^{b}:4.B9.13] OLA 3.4 en OLA 3.9 (vervolg)

Docent^{b}	Gaan we verder naar vijf. *[leest uitspraak 5 voor*] Eveline?
Eveline	Ik denk 'bron'.
Docent^{b}	Als 'bron', waarom denk je 'bron'?
Eveline	Nou ehm… [denkt na]
Docent^{b}	Wie helpt Eline een beetje? Marrit?
Marrit	Nou, ja…
Eveline	Ze hebben de natuur nodig om te leven.
Docent^{b}	Ja, de mensen hebben de natuur nodig om te leven. Dus mensen halen dingen uit de natuur weg. En daardoor brengen ze misschien wel schade aan, aan de natuur. Dus je zou kunnen zeggen 'bron', in die zin is het een bron. Danique, jij wil ook nog wat zeggen.
Danique	[onverstaanbaar]
Docent^{b}	Je telt inderdaad hoeveel soorten erover blijven, dus de biodiversiteit wordt hier ook als 'maat' genomen. Gaan we snel door naar de laatste [uitspraak]. [*leest uitspraak 6 voor*] Bert, zeg daar eens wat zinnigs over.
Bert	Ik denk 'natuur'.
Docent^{b}	Je denkt 'natuur', waarom denk je dat?
Bert	Ze hebben het over evolutie.
Docent^{b}	Ja, dat vind ik ook een hele goeie.
Klaas	[onverstaanbaar]
Docent^{b}	Het zou ook als 'natuur' gezien kunnen worden, want ze hebben het bijvoorbeeld over soortenrijkdom. En daar geef je een soort beschrijving van de natuur mee weer.
Docent^{b}	Nou jongens, ik vind dat jullie hier heel goed over nagedacht hebben. Het is een moeilijke opdracht.

Naar aanleiding van fragment [3[b]:4.B9.13] hierboven kan de vraag worden gesteld of de docent door het scenario en het docentmateriaal voldoende geïnformeerd wordt over de criteria om te bepalen of het concept biodiversiteit in een tekst als 'index', 'bron' of 'natuur' wordt gehanteerd. De docent spant zich in om de leerlingen te laten nadenken over de uitspraken en de betekenis van het concept biodiversiteit daarin. Zij heeft de doelstelling van de les goed voor ogen en voert de OLA's goed uit. Desondanks blijkt uit haar opmerking over 'soortenrijkdom' hoe onwennig deze manier van werken ook voor de docent is. Tevens blijkt hoe belangrijk de achtergrondinformatie voor de docent is, in dit geval: beoordelingscriteria. Uitspraak 6 wordt volgens de antwoordsleutel ingedeeld bij 'index'. Het is immers de bedoeling dat 'soortenrijkdom' een component wordt van de werkdefinitie van het concept biodiversiteit als 'index'. De antwoordsleutel is echter niet toereikend. In uitspraak 6 staat 'vormenrijkdom', niet 'soortenrijkdom'. Dat een leerling het concept biodiversiteit in deze uitspraak leest als 'natuur' is voorstelbaar, maar in deze uitspraak kan het concept biodiversiteit niet door 'natuur' worden vervangen. Het concept 'levende natuur' staat al in de omschrijving: 'de vormenrijkdom die zich in de levende natuur n de loop der evolutie heeft ontwikkeld.' Het concept 'levende natuur' betekent hier duidelijk niet hetzelfde als 'biodiversiteit'. Het concept 'biodiversiteit' wordt hier omschreven met 'vormenrijkdom'. De antwoordsleutel is niet voldoende expliciet over het criterium 'substitutie' of 'synonymie' waarmee bepaald kan worden of het concept biodiversiteit in een bepaald context 'natuur' betekent.

De teksten zijn lastig om te begrijpen, zoals de docenten ook aangeven in het nagesprek na les 4 van H4b. De leerlingen van H4b waarmee direct na les vier is gesproken, geven echter aan dat het niet noodzakelijk is om alles wat er staat te begrijpen om de opdracht te kunnen maken. Zij zeggen de opdracht niet zo moeilijk te hebben gevonden. Voor docent[a] en klas H4a was, zoals hierboven vermeld, de relevantie weggezakt door de lange tussenperiode. Docent[b] vond de opdracht moeilijk, maar was tevreden met de resultaten (band 10): "Ik vond het zelf best een moeilijk opdracht, met 'bron', 'index' en 'natuur'. Er kwamen wel leuke dingen uit."

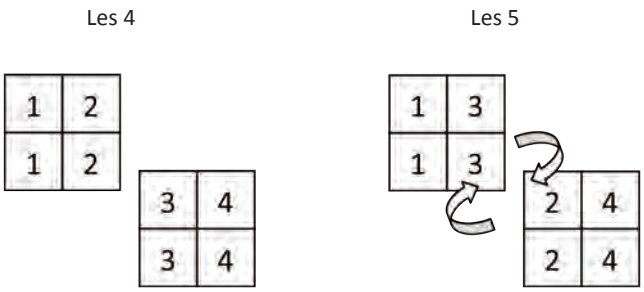
Geconstateerd kan worden dat OLA 3.4, het huiswerk over de uitspraken over biodiversiteit, fragment [3[ab]:4.L.5] hierboven, in beide klassen goed uitgevoerd is, maar OLA 3.9, het klassikale onderwijsleergesprek over dat huiswerk, is in klas H4b beter uitgevoerd dan klas H4a. In beide klassen werd duidelijk dat het concept biodiversiteit meer dan één betekenis heeft en dat de betekenis van het concept biodiversiteit onderwerp zou worden van de volgende lessen. Een aantal leerlingen, zoals Sophie uit H4a en Tijmen uit H4b, heeft waarschijnlijk een begin gemaakt met het ontwikkelen van de werkdefinitie van het concept biodiversiteit.

Na afloop van les 4 overleggen de docenten en de onderzoeker en besluiten een les over evolutie die in de tussentijd in H4a is gegeven, niet in H4b uit te voeren. De opdrachten zijn niet relevant voor de ontwikkeling van het concept biodiversiteit en de resterende lessen kunnen beter aan het concept biodiversiteit besteed worden, luidt het oordeel. De hierdoor gewonnen tijd komt in H4b ten goede aan de les over *Vogeldiversiteit* (OLA 3.12 t/m 3.14). Deze variatie is niet van invloed op de ontwikkeling van de betekenissen van het concept biodiversiteit, omdat de les over evolutie geen deel uitmaakt van OLS 3. Het is in H4a een situatie-specifieke les geweest, in H4b heeft de les niet plaatsgevonden door deze beslissing.

Uitvoering les 4 en 5: vogeldiversiteit

In les 1 tot en met les 3 hebben de leerlingen naar verwachting geleerd dat het concept biodiversiteit meerduidig is. Het concept biodiversiteit in de betekenis van 'soortenrijkdom in de levende natuur' kan worden gehanteerd in een taxonomische context, maar nog niet voor het meten van soortenrijkdom. Abundantie, ruimte en tijd zijn nog niet aan de orde geweest. De opdrachten in les 4 en 5 gaan over deze componenten. Het concept biodiversiteit wordt in deze lessen vereenvoudigd tot 'vogeldiversiteit' (OLA 3.12 t/m 3.14). De bedoeling is dat de leerlingen kennismaken met de drie overige componenten van de werkdefinitie en zelf een werkdefinitie ontwikkelen met de vier betekeniscomponenten.

Voor de opdrachten wordt gebruik gemaakt van de jigsawmethode. Hieronder is de werkvorm schematisch weergegeven.



In dit schema werken duo's 1 en 2 in les 4 aan opdracht A1 en duo's 3 en 4 aan opdracht A2 (A1 + A2 vormen samen OLA 3.12). In de volgende les wisselen de duo's 2 en 3 van plaats, waardoor gemengde groepen ontstaan van een duo dat opdracht A1 heeft gemaakt en een duo dat opdracht A2 heeft gemaakt. De nieuwe groepen voeren in les 5 opdracht B uit (OLA 3.13). Vervolgens worden klassikaal de bevindingen samengevat in de werkdefinitie (OLA 3.14).

In klas H4a zijn opdracht A1 en A2 sneller af dan gepland en is alvast in les 4 gewisseld en gestart met opdracht B. In klas H4b is in les 5 gewisseld volgens planning.

Verwacht werd dat de leerlingen aan het einde van les 5 de vier componenten ontdekt zouden hebben en in hun eigen woorden de werkdefinitie van het concept biodiversiteit geformuleerd zouden hebben met de vier componenten.

In opdracht A1 ligt het accept op de component 'ruimte'. Op een kaart is te zien in welke vakken vogels worden geteld. Gegevens over aantallen vogels geeft de kaart niet. Het aantal individuen van een soort per vierkante kilometer blijft op de achtergrond en leidt door het accent op 'ruimte' eerder tot het concept 'dichtheid', dan tot de component 'abundantie', die component blijft impliciet in de informatie. In opdracht A2 ligt het accent op de component 'tijd'. In een tabel is de verandering in aantallen individuen per soort per jaar te zien. De component 'abundantie' ligt in deze tabel besloten, maar de component 'tijd' valt meer op.

Tussen OLA 3.11 en OLA 3.12 vindt een contextwisseling plaats, een belangrijke stap in de OLS.

De activiteiten van de leerlingen wisselen van een taxonomische context, het ontdekken en beschrijven van de soortenrijkdom in de levende natuur, naar een ecologische context, het meten van vogeldiversiteit. De verwachting is dat de leerlingen door de contextwisseling de noodzaak inzien om hun definitie van het concept biodiversiteit aan te passen.

Een verwacht effect van OLS 3 is dat ook de component 'abundantie' door de leerlingen kan worden gerecontextualiseerd. In de tweede casestudie recontextualiseerden de leerlingen 'abundantie' uiteindelijk minder goed dan de andere drie componenten van de werkdefinitie. Het is de bedoeling dat via de activiteit 'tellen' onderscheid wordt gemaakt tussen het tellen van soorten en het tellen van individuen van een soort.

In de tweede casestudie werd geconcludeerd dat de leerlingen de componenten van de werkdefinitie kunnen herontdekken, maar dat de docent moet zorgen voor een *vangnet*. Het is van belang voor de effectiviteit van de OLS dat de docent goed geïnformeerd is over de stappen richting het einddoel en de werkdefinitie met de vier componenten steeds voor ogen houdt, zodat hij de vorderingen van de leerlingen kan monitoren en de leerlingen verder kan helpen wanneer zij vastlopen. De verwachting is dat de leerlingen door de geplande vormen van samenwerking in staat zullen zijn de meeste componenten zelfstandig te herontdekken, dat wil zeggen in overleg met elkaar, naar aanleiding van de opdrachten en bronnen, zonder hulp van de docent.

In het volgende fragment [3ᵃ:4.B10.14] begint H4a met OLA 3.12 *Vogeldiversiteit*, een kwartier voordat les 4 is afgelopen.

[3ᵃ:4.B10.14] OLA 3.12
Voorbereiding opdracht Vogeldiversiteit A1. Docentᵃ legt het doel van de opdracht uit en geeft de leerlingen nummers.

Docentᵃ Voordat we naar de volgende opdracht gaan, en daar hebben wij nog een kwartier voor, dat moet lukken.
Even als volgt. We zijn nu twee lessen met het practicum bezig geweest, hebben we naar verschillen gekeken en overeenkomsten, verscheidenheid noem je dat ook. De volgende opdracht die we gaan doen gaat over die verscheidenheid. Wat jullie nu gaan proberen uit te zoeken: (…) verscheidenheid, wat is dat? En wanneer weten we daar genoeg van om iets over de 'gezondheid' van het natuurgebied te kunnen zeggen?
Hoe gaan we dat doen? We werken in groepjes van vier. Je gaat in tweetallen werken, dat is een beetje moeilijk hè? Nou, in ieder geval laten we het zo maar even doen. Ik geef jullie nummers en deze les probeer je alle informatie die je vindt goed te noteren, want de volgende keer, morgen, gaan we wisselen, en dan moet jij als de helft van een groep, een andere groep kunnen vertellen wat eruit is gekomen.

De leerlingen gaan met de hen toegewezen opdrachten aan het werk. In het volgende fragment [3ᵃ:4.B10.15] beantwoordt een A1-groep de vragen van het werkblad met hulp van de docent.

[3ᵃ:4.B10.15] OLA 3.12
A1-groep beantwoordt vragen van het werkblad met kaart 'Medewerking Atlasproject' van SOVON. De namen van deze leerlingen kunnen niet uit de opname worden gereconstrueerd. Het gaat om een groep van drie jongens. De leerlingen worden onderscheiden door de nummers L1, L2 en L3.

L3 [*leest voor*] "Vragen. a) Wat wordt hier gemeten?" Hoe kun je dat nou weten?
L2 Wat is dat voor vraag, man?
L3 Wat wordt hier gemeten? Wat wordt waar gemeten? Hoeveel vogels er zijn geteld?

L1	Tellen in blokken.
L3	Wat? getelde…
L1	En geclaimde… atlasblokken. Tenminste, dat wordt hier getekend, maar wat wordt hier gemeten? Vogelaars.
L3	b) Hoe wordt het gemeten?
Docent[a]	Wat staat hier nou precies?
L1	Wat voor vogels hier nou geteld zijn, ofzo, en waar het aantal vogels…
Docent[a]	Kijk eens hier, bijvoorbeeld.
L1	verspreiding.
Docent[a]	Ja, verspreiding en…
L1	de dichtheid.
Docent[a]	Ja.
L1+L2	Verspreiding en dichtheid van een groep vogels.
Docent[a]	Ja. Wat weet je als je dit kaartje ziet?
L3	Waar er gebroed wordt en hoeveel er zijn.
Docent[a]	Oh? Waar…
L1	Je weet toch alleen waar er veel gebroed wordt en verder niet?
L2	Je weet toch alleen waar geteld is en waar niet? Bij dit kaartje, kan je toch zien, als het zo is, hebben ze het geteld, daar. En daar hebben ze het voor een deel geteld.
Docent[a]	Oké, ja, maar opgeteld…
L2	Dus dan kan je niet zien waar het dicht is of zo.
Docent[a]	Nee, maar na die tijd, als je dat hebt gedaan, wat weet je dan?
L2	Ja, dan weet je waar het dichtbevolkt is.

Op de derde pagina van het werkblad wordt in detail toegelicht volgens welke werkwijze de vrijwilligers verwacht worden te tellen. In de toelichting worden onder meer nachtvogels, broedparen, zeldzame soorten en schaarse soorten genoemd. De werkwijze geeft aan hoeveel uur moet worden geteld, hoe de blokken moeten worden verdeeld, en hoe een puntonderzoek moet worden uitgevoerd: in het midden van het km-hok alle aanwezige broedvogelsoorten binnen een straal van 200 meter aankruisen. Met deze tekst kunnen de vragen worden beantwoord. De dialoog laat echter zien dat de leerlingen voor het beantwoorden van de vragen alleen de kaart op pagina 2 raadplegen. De docent stuurt de leerlingen naar het antwoord: er worden broedvogelsoorten geteld en er wordt een werkwijze aangegeven.

In het tweede deel van deze dialoog, weergegeven in het volgende fragment, beargumenteren de leerlingen hun antwoorden op vraag c) Kan je met deze kaart iets zeggen over de kwaliteit van de natuur, wat betreft de vogels in het Waddengebied? Verklaar je antwoord. De 'kwaliteit van de natuur' is door de docent toegelicht als 'gezondheid van een natuurgebied'. De onderliggende vraag is of alle informatie over de indicator, de biodiversiteit, beschikbaar is. De gedachtegang achter het ontwerp van deze activiteit is dat de component 'tijd' ontbreekt, dat A2-groepen die component zullen ontdekken en de component 'ruimte' zullen missen. Bij opdracht B komen de componenten bij elkaar. De leerlingen van de A1-groep die aan het woord zijn in fragment [3[a]:4. B10.16] ontdekken inderdaad dat er informatie ontbreekt.

[3a:4.B10.16] OLA 3.12

A1-groep beantwoord vragen van het werkblad.

L3	Dit is het!
L1	Heb je c) ook af?
L3	Ja. Hoe meer vogels, hoe betere natuur voor die vogels van het gebied.
L2	Waddengebied, het Waddengebied.

L3	Ja. In dat gebiedje waar je het in meet.
L2	Nee, [*leest voor*] “Kan je met deze kaart iets zeggen de kwaliteit van de natuur wat betreft vogels in het Waddengebied?”
L3	Ja.
L1	Welk kaartje?
L2	Dit kaartje.
L3	Natuurlijk, dat kun je toch per hokje zeggen? Hoe meer vogels…
L2	Ja, maar ze hebben het alleen al geteld, ze hebben…
L3	Ja, maar als er meer vogels geteld worden die broeden…
L2	Ja, maar, er staat toch niet…
L3	…dan betekent het toch dat er meer, dat het beter…
L1	Er staat toch niet wat ze hebben of zo?
L2	Nee.
L1	Hier staat alleen waar ze al wel hebben geteld en waar niet.
L2	“Kan je iets zeggen over de kwaliteit van de natuur…?”
Docent[a]	Jullie zijn al klaar?
L2	Nee, alleen c) nog.
L3	Ik heb hem al wel.
Docent[a]	Jjij hebt hem al wel?
L2	Nee, maar dat klopt niet.
Docent[a]	Kan je met deze informatie iets zeggen over de gezondheid van een natuurgebied?
L3	Ja, ik denk dat hoe meer vogels er daar zijn, als er daar in het Waddengebied heel veel vogels zijn, dan is de natuur daar dus goed voor die vogels. Anders gaan ze daar niet zitten.
Docent[a]	Oké, maar kan je echt iets zeggen?
L2	Nee.
Docent[a]	Waarom niet?
L1	Waarom niet? Het is alleen geteld, en je weet niet wat voor vogels.
L3	Je weet niet of het goed is voor die vogels, misschien zitten er drie.
Docent[a]	Oké, of misschien wel een soort die daar helemaal niet hoort. Ik zou het nog even opschrijven.
L3	Maar dan is de natuur goed voor die vogels.
Docent[a]	Oké, morgen gaan we dus uitwisselen met groepen.

Hierna is de les afgelopen. De jongens van deze A1-groep hebben besproken dat er informatie ontbreekt, maar zijn de component ‘tijd’ nog niet op het spoor. Het fragment maakt het aannemelijk dat de jongens zonder hulp van de docent niet verder zouden komen.

In het volgende fragment [3[a]:4.B10.17], vijftien minuten eerder in les 4, bespreken Teun, Hanna en Marrick uit H4a opdracht A2. Op het werkblad staat een tabel met soortnamen van eenden in de linker kolom, en jaartallen in de bovenste rij. De getallen in de tabel geven het aantal eenden per soort per jaar weer. Uit de tekst blijkt dat het om aantallen in Nederland gaat. Deze tabel bevat de vier componenten van de werkdefinitie van het concept biodiversiteit: de linker kolom met soortnamen bevat de component ‘soortenrijkdom’ binnen de familie der eenden, ganzen en zwanen (*Anatidae*), de cellen bevatten de component ‘abundantie’ in de betekenis van aantallen eenden per soort, de component ‘tijd’ is vertegenwoordigd in de bovenste rij, waar de jaartallen zijn aangegeven, en de component ‘gebied’, in dit geval Nederland, is terug te vinden in het bijschrift. De vraag die de leerlingen moeten beantwoorden is: “Wat wordt hier gemeten?”. De verwachting is dat de tabel de ontwikkeling van de component ‘tijd’ meer zou stimuleren dan de ontwikkeling van de component ‘gebied’, omdat in de tabel de jaartallen op de voorgrond staan en het gebied in de tekst is gegeven, maar in de tabel impliciet blijft.

[3ᵃ:4.B10.17] OLA 3.12

Ontwikkeling van de werkdefinitie. Deel 1 van de jigsawmethode. Een groep leerlingen uit H4a voert tijdens les 4 opdracht A2 uit, deel 1 van de jigsawmethode.

Teun: Nummer twee waren we, toch? [bekijkt de tabel van opdracht A1] Is dit het aantal? Het aantal maal duizend, of zo? Die cijfertjes.
Hanna: Ik heb geen idee.
Teun: Staat er geen legenda bij? Wat is dit?
Hanna: Ik denk dat het in procenten is, dit.
Teun: Ja?
Hanna: Toegenomen of afgenomen, of zo. Oké? Dit is honderd procent, en dit… ja.
Teun: Hoeveel procent, oh… op zo'n manier!
Hanna: Dénk ik. Ik wéét het niet…
Teun: Ik vind het goed. Eens even lezen. [er valt een stilte: leespauze]
Hanna: [*leest hardop*] "Wat wordt hier gemeten?"
Teun: "De rest van de les…" dat duurt nog tien minuten. Deze vragen kan ik niet goed beantwoorden.
Hanna: Nee, het aantal vogels.
Teun: Wat wordt hier gemeten?
Marrick: Soorten vogels toch?
Hanna: Ja, toename en afname.
Teun: Van elk soort. Ja, zal wel.
Marrick: Toename en afname van de soorten vogels. [leest de rest van vraag a. hardop] "Geef een omschrijving…"
Teun: Hoe moet je dat omschrijven?
Hanna: Nou ik denk dat dit wel genoeg is, dit omschrijven. Denk ik.
Teun: Ja, hè. Over een bepaalde tijd, nou.
Hanna: [leest vraag b. hardop] "Hoe wordt het gemeten?"
Teun: Hoe wordt het gemeten? Hoe moeten wíj dat weten? Oké, we gaan eens even de hele tekst lezen die erboven staat.
Hanna: Ik denk niet dat het er staat.
Teun: Nee, maar dan weten we misschien…
Hanna: Ja, ik weet niet, hoe meten ze dat?
Teun: Tellen, of merken [markeren].
Hanna: Ja, of nee… de boswachters. Die kunnen dat bijhouden.
Marrick: Volgens mij tellen ze gewoon per bos of zo, hoeveel er zitten.
Teun: Ik weet het niet.
Marrick: Je kan ze moeilijk allemaal gaan vangen.
Hanna: [lacht]
Teun: Merken [markeren] welke je al hebt geteld. Dat is toch moeilijk? Je kan toch niet…
Marrick: Een stickertje opplakken.
Hanna: Inderdaad, als dieren doodgaan, of zo…
Marrick: Ringetje omdoen.
Teun: Zendertje.
Hanna: Hm, een zendertje. Dat hebben ze wel gedaan.
Teun: Een camera! Dat is ook een idee. (…)

Uit bovenstaand fragment [3ᵃ:4.B10.17] wordt duidelijk dat deze leerlingen er in eerste instantie huiverig voor zijn om een vraag te beantwoorden waarvan het antwoord niet in de tekst staat, zoals Hanna terecht opmerkt: "Ik denk niet dat het er staat."

Dat betekent immers dat ze het antwoord zelf moeten bedenken[10] .

In eerste instantie geven Teun, Hanna en Marrick te kennen dat ze het antwoord niet weten. Hanna benadrukt bij haar antwoord dat ze “denkt” maar niet “weet”. Toch bedenken de leerlingen zelfstandig waar de tabel voor staat, namelijk het meten van ‘toename en afname van soorten vogels, over een bepaalde tijd’. Dit antwoord wordt samengesteld door de groep. De leerlingen blijken meer antwoorden te kunnen bedenken dan zij aanvankelijk veronderstelden. Het fragment laat zien hoe de leerlingen elkaar steunen en stimuleren bij het bedenken van antwoorden.

Het volgende fragment [3ᵃ:5.B13.18] is vastgelegd tijdens de volgende les van H4a, les 5. In deze les starten de leerlingen met OLA 3.13, opdracht *Vogeldiversiteit deel B*. Imre en Melvin hebben in een A1-groep gezeten, Lisa en Vivian, in een A2-groep.

[3ᵃ:5.B13.18] OLA 3.13
Ontwikkeling van de werkdefinitie. Deel 2 van de jigsawmethode. Een groep leerlingen uit H4a voert opdracht Vogeldiversiteit deel B uit tijdens les 5.

Lisa: Nee, wat hadden jullie bij a)?
Melvin: Het aantal vogels en soorten vogels per 1 km². En dan als beschrijving: als we kijken welke soorten daar voorkomen, in welke leefgebieden de vogels voorkomen. [Stel] ik heb hier een leefgebied van een vogel, dan kijken ze hoe het gesteld is met de gezondheid van de natuur.
Lisa: Nou, wij hadden de hoeveelheid van een bepaalde vogel in een bepaald jaar. (…) En bij b).?
Melvin: [*Vraag*] b). [*leest antwoord voor*] Ze kijken in drie tijden van het jaar naar hoeveel vogels op 1 km² voorkomt en ontsnapt.
Lisa: Wij hadden iets anders.
Melvin: Maar er is verschil bij jullie. Welke gegevens hadden jullie? Wij hadden zo’n kaartje, zoals dit.
Vivian: Wij hadden alleen de hoeveelheid.
Lisa: Met procenten en zo. En c). kan dan ook niet hetzelfde zijn, want bij c) moest je iets zeggen over de kwaliteit en dat konden wij niet zeggen, jullie waarschijnlijk wel.
Melvin: Nee.
Lisa: Ook niet? O, wij ook niet.
Melvin: Nee, want er zijn geen metingen. Even kijken. Er zijn, over het Waddengebied zijn helemaal geen metingen gedaan, dus daar kan je helemaal niets over zeggen.
Lisa: Oké, nou. Zullen we nu maar gewoon die andere opdracht gaan doen? [*leest voor zichzelf*] Ja, dat vind ik moeilijk om te antwoorden: “Wat is volgens jullie biodiversiteit?” Dat weet ik echt niet.
Melvin: Dat verschilt gewoon per persoon.
Lisa: Ja, maar wat is dat dan bij jou?
Melvin: Ach, ik weet helemaal niet wat het is.
Lisa: Dat weet ik ook niet. Dus [*leest voor*]: “Wat heb je nodig om wel iets over de kwaliteit van een natuurgebied te kunnen zeggen?”
Melvin: Meer gegevens over…
Lisa: Over om welke omgeving het gaat.
Melvin: Ja.

10 Een mogelijke oorzaak van deze aarzeling zou gezocht kunnen worden bij de biologiemethode. Er wordt gewerkt met Biologie voor jou. Deze veelgebruikte methode (ook anno 2014) maakt relatief vaak, d.w.z. vaker dan andere methoden, gebruik van tekst met reproductieve vragen. Antwoorden staan in de tekst. Wanneer een antwoord moet worden ‘berekend’ of ‘verklaard’, is een voorbeeld van de gevraagde berekening of de uitleg meestal ook in de tekst te vinden. De leerlingen worden daardoor vooral aangesproken op hun vaardigheid in begrijpend lezen. Daarnaast zijn er practica met een ‘kookboekkarakter’ (Van Keulen, 1995). Deze opdrachten en practica dragen waarschijnlijk weinig bij aan vaardigheden als redeneren, beargumenteren en formuleren op papier of in een dialoog, zoals in OLA 3.12 en 3.13 van de leerlingen wordt gevraagd.

Lisa:	Je moet iets over de omgeving weten, de oppervlakte van die omgeving toch?
Vivian:	Het kan je achtertuin zijn, maar het kan ook… De grootte van de omgeving.
Melvin:	Dat hebben wij er wel bij staan.
Lisa:	Ja, wij ook.
Imre:	Wat wij missen zijn de gegevens over de vogels, er staat helemaal niets over de vogels.
Melvin:	Welke soort.
Lisa:	Oh.
Vivian:	Ja, dat hebben wíj dus.
Lisa:	Ja. Oké, wat moet je nog meer weten om iets te kunnen zeggen over de natuur?
Imre:	Dat weet ik niet.
Melvin:	Welke vogels in wat voor natuur voorkomt.
Lisa:	Ja, maar ja. Dan weet je nog niet hoe goed het natuurgebied is. Als je weet wat voor vogels in een bepaald gebied zijn, dan weet je nog niet of dat gebied goede natuur is.
Melvin:	Maar je kan het net zo goed met water zeggen. Bepaalde waterdieren komen wel voor in een bepaald soort watergebied en dan kan je zeggen van… of dat water vervuild is of niet. Dat is hetzelfde met normale natuur.
Lisa:	O, dat is wel waar. Dat is toch ook zo met reigers? Want reigers eten toch vuil, of zo? Als er ergens veel reigers zijn dan is dat…
Vivian:	Goed!
Lisa:	Ja. Dus: bepaalde soorten vogels…
Vivian:	In…?
Lisa:	…in een bepaald natuurgebied.
Vivian:	Dat is wel genoeg, toch?
Imre:	In het boek zal het toch niet staan, omdat iedereen iets anders zal vinden.
Melvin:	Ja, maar je het kan tóch weten.
Lisa:	Ja, maar wat vind jij dan? Jij weet ook niet wat je zelf vindt. Dat is ook geen één keer echt duidelijk vermeld. Je kan het zelf onderzoeken.
Melvin:	Je kan het op zoveel verschillende manieren zien. Je kan ook zeggen dat het de natuur is.
Lisa:	Maar het ging eerst over wanneer iets natuur is.
Vivian:	Mensen kunnen niet overleven zonder biodiversiteit.
Lisa:	Dat vind ik. Biodiversiteit is als we er niet zonder kunnen leven.
Melvin:	Dat is al een goed begin.
Lisa:	Heb je het al gevonden?
Imre:	Even kijken. Achterin in het register, maar dat is heel iets anders.
Lisa:	Wij kunnen gewoon niet zeggen wat biodiversiteit is. Wij hebben gewoon absoluut geen idee.

Melvin, die in een A1-groep heeft gezeten, begint de dialoog zonder de component 'tijd'. Hij benadrukt het aantal vogels per km^2. De vraag is of de leerlingen in deze dialoog de ontbrekende componenten van elkaar overnemen. Lisa brengt in: 'in een bepaald jaar' en Melvin neemt dit over in zijn omschrijving. Het aantal vogels, 'soortenrijkdom' en de componenten 'ruimte' en 'tijd' vormen een werkdefinitie van biodiversiteit zonder abundantie. Hoewel de leerlingen regelmatig het concept 'dichtheid' hanteren, maken zij geen onderscheid tussen het aantal soorten broedvogels en het aantal individuen per soort. De leerlingen, ook Imre en Vivian, worden bij het gesprek betrokken, vergelijken hun werkbladen. Lisa en Melvin komen erachter dat geen van beide groepen 'iets kon zeggen' bij vraag c) over de kwaliteit van de natuur in het Waddengebied. De leerlingen gaan verder met de opdracht. Lisa geeft aan dat zij niet weet wat biodiversiteit is, Melvin zegt dat dit per persoon verschilt. Dit is wat hij kennelijk heeft onthouden van les 1 en (of) de bespreking van de tekstfragmenten van de opdracht *Biodiversiteit en nog eens....* Naar aanleiding van vraag a) 'Wat heb je nodig om wel iets over de kwaliteit van natuurgebieden te kunnen zeggen?' bespreken de leerlingen de componenten 'soortenrijkdom, 'tijd' en 'ruimte' (gebied) van

de werkdefinitie van het concept biodiversiteit. De leerlingen begrijpen dat niet alleen de aantallen bekend moeten zijn, maar ook om welke soorten het gaat. Lisa geeft aan dat die kennis op zichzelf onvoldoende is om te kunnen zeggen dat een gebied 'goede natuur' is en raakt met de opmerking 'als er ergens veel reigers zijn, dan…' aan de component 'abundantie' en het ecologische concept 'indicatorsoort' ("bepaalde soorten vogels"), maar het onderscheid tussen 'soortenrijkdom' en 'abundantie' wordt niet expliciet. Dan switcht het gesprek van de componenten naar het concept biodiversiteit, dat ook 'natuur' kan betekenen en van levensbelang is.

Hoewel dit precies de vorm van dialoog is die de opdracht beoogt, besluit Lisa met de opmerking dat zij 'absoluut geen idee heeft' wat biodiversiteit is. Waarschijnlijk ervaart Lisa een gebrek aan ideeën, omdat zij en haar groepsgenoten niet in staat zijn de thema's die zij inbrengen te ordenen tot een omschrijving van biodiversiteit. Het is voor de leerlingen niet duidelijk dat het formuleren van een definitie van het concept biodiversiteit uiteindelijk het doel is van de activiteit.

In het volgende fragment [3ᵃ:5.B13.19] formuleren Lisa en Vivian samen een omschrijving van het concept biodiversiteit als 'index', waarin de componenten 'soortenrijkdom' en 'ruimte' in verband worden gebracht.

[3ᵃ:5.B13.19] OLA 3.13
Leerlingen formuleren samen een omschrijving van het concept biodiversiteit als 'index'.

Lisa:	Oké, wat moet je nog meer weten om iets te kunnen zeggen over de natuur? […] Dus: bepaalde soorten vogels…
Vivian:	In…?
Lisa:	…in een bepaald natuurgebied.

In klas H4a komen de componenten 'soortenrijkdom', 'ruimte' (gebied) en 'tijd' aan de orde in de groepsgesprekken. De componenten worden op een zinvolle manier met elkaar in verband gebracht in de antwoorden op vraag a) "Wat heb je nodig om wel iets over de kwaliteit van natuurgebieden te kunnen zeggen?". Leerlingen begrijpen echter dat hun antwoorden op vraag a) bruikbaar zijn voor vraag b) "Wat is volgens jullie 'biodiversiteit'? Geef een omschrijving van biodiversiteit."

De leerlingen hebben hulp van de docent nodig om van het onderwerp 'tellen' op het complexere onderwerp 'veranderingen meten' te komen, het meten van de toename en afname van het aantal soorten (en het aantal individuen per soort). Daarna kunnen de componenten van de werkdefinitie worden benoemd en samengevoegd tot de werkdefinitie. Dit gebeurt in het volgende fragment [3ᵃ:5.B13.20].

[3ᵃ:5.B13.20] OLA 3.14
Ontwikkeling van de werkdefinitie. Klassikale reflectie op de opdrachten over 'vogeldiversiteit' in klas H4a tijdens les 5.

Docentᵃ:	Wat hebben jullie bij a. gezet? Ik wil dat wel eens even horen.
Lisa:	Je moet iets over de omgeving weten, de grootte van de omgeving, bepaalde soort vogels en het bepaalde natuurgebied.
Docentᵃ:	Ja, that's it?
Melvin:	Wij hadden gemeten welke vogels voorkomen per m², per km².
Docentᵃ:	Oh, oké.
Lisa:	En zij wisten niet, zeg maar… wat wisten jullie niet? Jullie wisten dingen niet over vogels. En wij

	wisten niet over waar het wat en hoe groot de omgeving was.
Docent[a]:	Dus ruimte moest toegevoegd worden, zeg maar. En wat moest er bij jullie toegevoegd worden?
Lisa:	Ja, dat was bij ons, zij hadden iets anders.
Docent[a]:	[*tegen Imre en Melvin*] Wat voor informatie misten jullie eigenlijk?
Imre:	Over de soorten vogels.
Melvin:	Wat voor soorten vogels in welke natuur voorkomt.
Docent[a]:	Ja. Heb je nog iets meer gemist?
Melvin:	Ja, wat meer gegevens over de omgeving.
Docent[a]:	Wat bedoel je met meer gegevens?
Melvin:	Dat je meer weet wat voor soort omgeving het inhoudt. Wat voor andere dingen [er] voorkomen.
Docent[a]:	En nog iets. Hebben jullie bij hen ook informatie gezien waarvan je zegt: dat is ook handig om te hebben?
Melvin:	Ja, zij hadden meer gegevens over de vogels.
Docent[a]:	Hadden ze nog iets anders? Wat zijn de verschillen volgens jou?
Vivian:	Ja, wij hadden procenten, en wij hadden jaartallen. Hadden jullie jaartallen?
Melvin:	Nee.
Docent[a]:	Zou je daar iets aan hebben?
Lisa:	Ja.
Docent[a]:	Waarom?
Melvin:	Dan kan je iets over de verandering zeggen.
Lisa:	Ja.

De docent[a] vraagt door, herformuleert, maar geeft geen antwoorden. Ten slotte, als een aantal componenten die de leerlingen in het groepsgesprek hadden genoemd klassikaal aan bod is geweest, noemt Vivian, niet de docent, de component 'tijd' in de vorm van 'jaartallen'. Onmiddellijk koppelt Melvin daar 'verandering' aan. Aantal soorten, de component 'soortenrijkdom' komt niet in het klassikale onderwijsleergesprek aan bod omdat 'tellen' niet aan de orde komt. De leerlingen hebben zich geconcentreerd op *welke* soorten per km^2, het kwalitatieve aspect van indicatorsoorten. Het kwantitatieve aspect, het aantal soorten en het aantal individuen per soort, of 'abundantie', blijft buiten het klassikale gesprek (OLA 3.14). In het volgende fragment [3[a]:5.B13.21] wordt opnieuw duidelijk dat wat gezegd is over de kwaliteit van de natuur in een gebied niet in verband wordt gebracht met het concept biodiversiteit.

[3[a]:5.B13.21] vervolg op fragment [3[a]:5.B13.20] OLA 3.14

Docent[a]:	Oké, biodiversiteit, wat kon je daar ook al weer mee, weet je dat nog?
M1	Even kijken hoor. Dat was toch, ja het enige wat ik me kan herinneren is met die dia's en wanneer het wel natuur is en wanneer niet.
Docent[a]:	En wanneer kan je nou iets zeggen over de gezondheid van de natuur?
M1	Ja, als je, als je… Over de dieren…
Docent[a]:	Wat is biodiversiteit eigenlijk. Je weet het al een beetje, hè? We gaan straks met zijn allen de definitie…
M1	We weten helemaal niets!
Docent[a]:	Jullie weten veel meer dan bijna iedereen in Nederland! Over biodiversiteit. Dat is hartstikke nieuw! Maar wat is nou die definitie?
M1	Precies, die is er helemaal niet, want iedereen heeft een eigen mening!

De docent herhaalt in het onderwijsleergesprek (OLA 3.14) eerst de vragen van het werkblad. Met doorvragen blijkt dat leerlingen ver zijn gekomen met hun antwoorden op vraag a), maar geen verband leggen met vraag b) over biodiversiteit. De docent is nodig om deze koppeling te maken.

Daarna slaagt de klas erin een werkdefinitie op het bord te formuleren.

[3ᵃ:5.B13.22] vervolg op [3ᵃ:5.B13.21] OLA 3.14
Formuleren van de werkdefinitie tijdens de klassikale reflectie in H4a tijdens les 5. Docentᵃ schrijft mee op het bord.

Docentᵃ: Wat gaan we doen, je krijgt van mij, we hebben deze vragen niet voor niets gemaakt, want wat wil ik dat jullie produceren, dat jullie een eigen definitie bedenken voor biodiversiteit, ja? De meeste mensen kunnen dat niet, hebben geen flauw idee wat dat betekent. Jullie kunnen dat wel. Misschien denk je: ik kan dat niet zomaar opschrijven. Ik heb al gezien dat sommige mensen heel ver komen en dat ze al heel goed weten wat daaronder verstaan wordt. Misschien moeten we, voordat we bij 'b' beginnen, even bij vraag 'a' stilstaan. Wat had je nou nodig om iets over de kwaliteit van een natuurgebied te kunnen zeggen? Dat ga ik hier nu even opschrijven, wat voor informatie had je nodig?
M Tijd.
Docentᵃ: Tijd, je moest… waarom moest je iets weten over tijd?
M Dan kon je de toe- en afname bekijken.
Docentᵃ: Heel goed. Tijd is heel handig om als parameter te hebben, want je kan dan iets zeggen over de afname of toename, oké. Wat is nog meer heel handig om te weten?
J Aantallen.
Docentᵃ: Aantallen. Ja.
J Specificiteit.
Docentᵃ: Specificiteit, ik vind aantallen ook wel heel mooi. Wat voor aantallen?
J Aantallen van een bepaalde soort.
Docentᵃ: Oké, dat is een verschil hè? Zal ik dat opschrijven? Aantallen, dat zei jij hè Teun? Wat zei jij? En jij zei…? Oké aantallen, van een soort. Wat nog meer, wat voor informatie heb je nog meer nodig
J Meer gegevens over de vogels, waar die [vogels] vóórkomen.
Docentᵃ: Waar, omgeving, ja, ja. Zal ik hem neerzetten, omgeving?
J Omgeving, leefomgeving van de vogels.
Docentᵃ: Dat is wel een goeie. Dus je moet iets weten over het gebied.
M En wat voor soort dieren in een bepaald natuurgebied. Want dat zegt ook iets.
[…]
Docentᵃ: Hadden jullie al iets op papier?
M Het onderzoeken van de gezondheid van de natuur door middel van bepaalde dingen (…) die daarvoor staan. Tijd, aantallen.
Docentᵃ: Maar is dat biodiversiteit, 'het onderzoeken'? Mark?
J [onverstaanbaar]
Docentᵃ: Het aantal verschillende, wat zei jij, aantallen?
J Soorten
Docentᵃ: Soorten, ja?
J In een bepaald gebied.
Docentᵃ: In een bepaald gebied. In een bepaald gebied. Ja? Gebied?
J En tijd.
Docentᵃ: En tijd. Het aantal… "Biodiversiteit is het aantal verschillende soorten in een bepaald gebied en tijd."
J Een bepaalde periode.
Docentᵃ: In de tijd, kun je ook zeggen
M Per jaar.
Docentᵃ: Per jaar, per tijdseenheid. O, mooi! Ja, per tijdseenheid. Oké, zit er nou nog iets niet in?
M Ja.
Docentᵃ: Wat zit er niet in?
M Aantal van een soort.
Docentᵃ: Aantal van een soort, ja, hoe kunnen we dat er nog inbrengen?
M Iets met verschillen of zo?
Docentᵃ: Ja, dat is ook belangrijk. Het aantal dus, aantal verschillende soorten.

M Van een soort en alle soorten samen. Nee, ik weet het niet!
Docent[a]: Het is moeilijk hè! Het aantal, je kunt ook zeggen het aantal organismen en dat dan nog uitsplitsen.
M O ja, als je zegt dat het aantal verschillende organismen en dan iets en dat je dan in plaats van die soorten, organismen doet en dan moet je… Anders wordt het onduidelijk.
Docent[a]: Dus jij zegt: het aantal organismen, en dan tussen haakjes…
M Aantal van een soort.
Docent[a]: Het aantal van één soort. Ja?
M Ehmm…
Docent[a]: Zullen we er dan bijzetten het totaal aantal soorten dan?
M Ja, maar dat hebben we al, het aantal verschillende soorten. O nee. Ja, dat moet er dan nog bij.
Docent[a]: [*schrijft op en leest hardop van het bord*] "Het aantal verschillende organismen in een bepaald gebied, per tijdseenheid." Ja?

Hoewel de component 'aantallen van een soort' wordt genoemd en bevestigd door de docent, wordt deze component wat later in het gesprek weggelaten of geherformuleerd als 'soortenrijkdom' door de docent. De componenten 'soortenrijkdom' en 'abundantie' worden in de omschrijving op het bord samengevat als 'aantal verschillende organismen'.

De leerlingen gaan met de docent in discussie over de definitie van biodiversiteit op het bord. In deze laatste fase van het klassikale onderwijsleergesprek (OLA 3.14) is te zien, in het volgende fragment [3[a]:5.B13.23], hoe de docent zorgt voor een *vangnet* doordat de reflectie op het juiste moment komt. De docent geeft geen nieuwe informatie, maar stelt vragen over de inzichten die leerlingen zelf inbrengen in het onderwijsleergesprek.

[3[a]:5.B13.23] OLA 3.14
Klassikaal gesprek over de omschrijving van het concept biodiversiteit
J3 Als je die ene zin weghaalt?
Docent[a]: Ja?
J3 Verschil in dichtheid.
Docent[a]: Een verschil in dichtheid?
J3 Ja, van het aantal kan verschillen. Is er een verschil in dichtheid.
M1 Nee, want je bekijkt toch niet het verschil tussen de soorten? Je kijkt, ja…
J3 Nee, dat is hetzelfde.
Docent[a]: Ja, nee, je zóu hem misschien nog iets fraaier kunnen maken. Ik vind, tussen haakjes, dat als je iets zegt over aantallen verschillende organismen in een bepaald gebied per tijdseenheid, dan zou je natuurlijk al heel veel informatie hebben. Ik vind het eigenlijk wel heel mooi zo. Ik zet die andere er gewoon even bij. **[***schrijft de aangepaste werkdefinitie uit de docentenhandleiding*[11] *op bord, component bij component, en leest tegelijkertijd hardop***]** "Verscheidenheid van soorten en aantallen… en aantallen individuen per soort…" moet je eens kijken, "in de ruimte en tijd." Kijk eens even!
J1 Wat zijn wij slim, zeg!
Docent[a]: Zien jullie verschillen?
J1 In ruimte en tijd is wel goed.
J3 Bepaald per tijdseenheid.
Docent[a]: Ik vind hem wel mooier zo. [doelt op de definitie van de leerlingen, vergeleken met het 'juiste' antwoord]
J1 Nou, valt wel mee.
Docent[a]: Hé, ik vind het geweldig! Ik had niet gedacht dat jullie dit zo goed zouden kunnen.

11 'scenario' – zie § 1.4 en § 4.5.3

Alle componenten van de werkdefinitie van het concept biodiversiteit zijn in het klassengesprek besproken, gedistribueerd over verschillende leerlingen. Doordat de docent de leerlingen de ruimte geeft om verschillende componenten in te brengen en te bespreken, vormt zich een definitie van biodiversiteit op het bord die een product van de leerlingen zelf is. Een aantal leerlingen geeft te kennen dat zij dit zo ervaren. Tegelijkertijd voldoet de definitie aan de norm van de werkdefinitie. Nu deze stappen zijn gezet, kan volgens het scenario verwacht worden dat deze definitie bruikbaar zal zijn als omschrijving van het concept biodiversiteit als 'index' in nieuwe contexten voor les 6 en de toets.

In het voorgaande is de uitvoering van opdracht Vogeldiversiteit (OLA 3.12 t/m 3.14) in H4a besproken. De jigsawmethode werd gehanteerd om leerlingen componenten van het concept biodiversiteit als 'index' begeleid te laten herontdekken. Er werd een probleemstellende benadering gevolgd. De probleemstructuur was toereikend om de leerlingen de componenten van de werkdefinitie te laten herontdekken, maar zonder hulp van de docent zouden de ontdekte componenten niet tot een omschrijving van het biodiversiteit hebben geleid.

De vraag is nu of in H4b een vergelijkbaar onderwijsleerproces heeft plaatsgevonden.

In het volgende fragment [3^b:5.B13.24] bespreekt een groep leerlingen van H4b opdracht A1. Zij hebben een kaart van Nederland voor zich, bedoeld voor vrijwilligers die aan het 'Atlasproject' van SOVON (Stichting voor vogelonderzoek in Nederland) willen meedoen. Hierop is volgens de legenda met kleuren aangeven welke 'atlasblokken' van 5 x 5 km geteld of gedeeltelijk geteld zijn, en welke nog ongeteld zijn, maar wel voorzien van een vrijwilliger, of niet. Verder wordt de werkwijze van SOVON uitgelegd. Aan de leerlingen wordt gevraagd aan de hand van die informatie te bepalen wat en hoe de 'vogeldiversiteit' wordt gemeten.

[3^b:5.B13.24] OLA 3.12
Ontwikkeling van de werkdefinitie. Deel 1 van de jigsawmethode. Een groep leerlingen uit klas H4b voert tijdens les 5 opdracht A1 uit.

Rolf: Ik heb het wel gelezen. Dan ga ik naar vraag a.
Joris: *[leest hardop]* "Wat wordt hier gemeten?"
Rolf: Nou, hoeveel vogels er in…
Dirk: …een bepaald gebied leven.
Rolf: Ja.
Joris: Schrijf op!
Bert: *[vraagt aan de docent]* Moeten die vragen gewoon op één blaadje, of moet iedereen het voor zichzelf doen?
Doc^b: Kijk de mensen met hetzelfde nummer gaan zo meteen in een ander groepje en moeten daar dan gaan uitleggen wat ze hier ontdekt hebben. Dus als twee mensen het opschrijven, is dat wel handig. Ja dus dat jullie het met zijn tweeën opschrijven en jullie gaan zo meteen door naar een ander groepje, met zijn tweeën.[12] (...)
Rolf: Vraag b.
Dirk: Niet zo snel! Wat is dat nou, hè? Wát wordt er gemeten?
Joris: [*leest hardop*] "…meet het aantal vogels in een bepaald gebied."
Dirk: Ja, maar wat voor gebied. Je moet goeie…
Joris: …argumenten geven.
Dirk: Nee, geen argumenten geven. Je moet wel een duidelijk antwoord hebben.
Rolf: Nou, hoe wordt het gemeten? (vraag b.) Dat staat hier letterlijk in, kijk hier: "Werkwijzer".

12 Jigsaw-methode, zie § 4.4.3

Joris: Ja, dat ga ik niet helemaal opschrijven. Maar wát wordt hier gemeten, wat is het antwoord daarop?
Rolf: Wat?
Dirk: Vogels.
Joris: Ja, dat weet ik wel, maar bij wat?
Dirk: Vijf bij vijf kilometer.
Joris: Ja.
Dirk: Soorten of totaal aantal vogels?

Dit fragment [3^{b}:5.B13.24] is kenmerkend voor de groepsgesprekken over de opdrachten Vogeldiversiteit A1 en A2 in beide klassen. Leerlingen bespreken de componenten van de werkdefinitie van het concept biodiversiteit als 'index' voor zover die in de bron aan de orde komen. De component 'ruimte' wordt besproken in de A1-groepen en ook de component 'abundantie' wordt door Dirk in de laatste regel aangestipt. De groep praat echter niet door over de component 'abundantie'. Een A2-groep uit klas H4b, die werkt met de tabel, komt in het volgende fragment [3^{b}:5.B13.25] al snel op de component 'tijd' en verbindt dit aan toe- en afname van soorten.

[3^{b}:5.B13.25] OLA 3.12
Ontwikkeling van de werkdefinitie. Deel 1 van de jigsawmethode. Een groep leerlingen uit klas H4b voert tijdens les 5 opdracht A2 uit.

M2 Wat wordt hier gemeten? Ik denk het aantal vogels of zo?
M1 Wacht even hoor. Hebben jullie het allemaal al gelezen of niet?
M3 Ja, ik denk het.
M1 Even wachten, ik wil even weten of iedereen het al gelezen heeft, of niet?
M2 Ja, ik zit alleen het antwoord te bedenken.
M1 Volgens mij gewoon het aantal soort vogels.
M3 Nee, gewoon het aantal vogels.
M2 Maar dat meten ze toch niet? Oh ja, wel.
M1 Ja maar wat wordt hier gemeten? Ik weet niet wat ze met 'hier' bedoelen, bedoelen ze dan deze tekst?
M3 Dat hoort bij elkaar, gewoon het aantal vogels lijkt mij.
M2 Ik snap het al.
M1 Het aantal soorten vogels.
M2 En de toe- of afname.
M3 Niet verschillende soorten, maar gewoon het aantal soorten.
M4 De toename of afname van de soorten vogels.
M1 Ja ,volgens mij ook ja, want overal hier wordt die toename of afname genoemd.
M2 Toe- en afname van de vogelsoorten.
M1 Ja, dat is een goeie.

De docent bewaakt de tijd en laat de groepen wisselen voor het volgende deel van de opdracht *Vogeldiversiteit*. In het onderstaande fragment hebben de leerlingen vraag a) al beantwoord en verschillende componenten besproken. Vraag b) luidt: "Wat is volgens jullie 'biodiversiteit'? Geef een omschrijving van biodiversiteit." De veronderstelling achter deze vraag was dat leerlingen de besproken componenten zouden samenvoegen in hun antwoord op deze vraag. Dat gebeurt echter niet.

[3^{b}:5.B12.26] OLA 3.13
Ontwikkeling van de werkdefinitie. Deel B van de opdracht Vogeldiversiteit volgens de jigsawmethode. Een groep leerlingen uit H4b, samengesteld uit een A1-groep en een A2-groep, beantwoord vraag b) van opdracht B tijdens les 5.

M1	Nou, “Wat is volgens ons nou biodiversiteit?” Hm… bij jullie ging het over heel Nederland en bij ons alleen over het Waddengebied.
J1	Ja, maar heeft dat met biodiversiteit te maken?
M1	Vast wel, anders stellen ze die vragen niet!
J2	Wat is volgens ons biodiversiteit?
J1	Maar kijk, dit (de kaart) zijn niet de aantallen vogels die daar leven.
M1	Nee, maar waar het allemaal is gemeten en waar niet.
J2	Biodiversiteit, is dat niet gewoon, weet ik veel, alle organismen die zo’n beetje voorkomen?
M2	Overal.
J2	Ja! Van alles. Toch?
M2	Wat is bijvoorbeeld een meting van natuur?
J1	Gewoon, een beschrijving van de natuur.
M1	Ja, dat zou kunnen. Of een hoeveelheid vergeleken met de natuur.
J1	Ja, maar dan beschrijf je de natuur ook. In getallen.
J2	[lacht] Ik vind dat jullie het heel goed kunnen.
M1	Nou? Wat is het nou?
J2	Is het niet gewoon: de resultaten van de metingen die zijn verricht naar alle organismen in Nederland?
J1	Nee, want het hoeft niet alleen van een meting te zijn.
M1	Nee, het kan ook van een bron zijn. Volgens mij is het gewoon de verhouding tussen het aantal dieren en de natuurlijke bronnen. Het stond hier wel ergens in wat het was!
J1	Ga jij dat even opzoeken.
M1	Dan heb ik het precies helemaal goed.
M2	Er staan toch meerdere antwoorden in?
M1	Ja, daarom, dat is het probleem.
J2	Biodiversiteit…
M2	Metingen van de natuur vind ik wel…
J2	Van alle organismen.
M1	Volgens mij zijn het de verhoudingen tussen de natuur en de dieren die erin leven.

In fragment [3^{b}:5.B12.26] brengen de leerlingen het concept biodiversiteit in verband met de eerder uitgevoerde opdracht om te interpreteren of het concept biodiversiteit in verschillende tekstfragmenten wordt gehanteerd in de betekenis van ‘natuur’, ‘bron’ of ‘index’ (OLA 3.4). Dit was een huiswerkopdracht, die besproken is in les 4 (OLA 3.9). Hoewel M1 wel op ‘hoeveelheid’ komt, komen de betekenissen ‘natuur’ en ‘bron’ op de voorgrond. We zagen hetzelfde gebeuren bij Lisa en Melvin in klas H4a. De leerlingen komen zonder de hulp van de docent niet tot het samenvoegen van de componenten tot een werkdefinitie.

Het volgende fragment [3^{b}:5.B12.27] illustreert dat de componenten soms ook met hulp van de docent aan de orde komen.

[3^{b}:5.B12.27] OLA 3.13
Ontwikkeling van de werkdefinitie. Docent geeft ondersteuning bij de opdrachten Vogeldiversiteit in klas H4b tijdens les 5.

Docent^{b}:	Je gaat in een bepaald gebied iets bekijken. Hoe kun je nou in dat gebied iets zeggen over de kwaliteit?
M1	Door de metingen.
Docent^{b}:	Door de metingen. En wat meet je? Jullie hebben verschillende dingen gemeten in jullie beide groepjes.
M2	Vogels.
Docent^{b}:	Allebei vogels, maar de een die kijkt naar vogels in het Waddengebied…
M1	En de ander in heel Nederland.

J2	Nederland.
Docent^{b}:	In heel Nederland. Dus het gaat altijd over een bepaald gebied. Maar wat is nou het verschil tussen jullie? Want jullie hebben nog meer informatie in die tabel staan.
J2	Wij niet.
M1	Ja, wat de toename en afname is.
Docent^{b}:	Ja, en je kan pas iets zeggen over de toename en afname… Wat moet je dan met elkaar vergelijken, om iets te kunnen zeggen over toename en afname?
M2	Wat zij elk jaar tellen.
Docent^{b}:	Elk jaar, dus wat zij doen… Zij kijken op een bepaald moment in dat gebied, maar jullie gaan dat elk jaar doen, of een paar keer per jaar. Jullie de tijd erbij betrekken. En dat heb je natuurlijk wel nodig.
J2	Maar wij hebben het ook gedaan. Wij hebben het eens in de drie jaar gedaan. Staat hierachter.

Docent^{b} sluit les 5 klassikaal af (OLA 3.14). Er is niet veel tijd over. H4b doet OLS 3.12 t.m 3.14 in 40 minuten, terwijl H4a 50 minuten tijd had voor OLA 3.13 en 3.14, omdat 3.12 in les 4 al af was. In het volgende fragment [3^{b}:5.B12.28] benadrukt docent^{b} nogmaals het doel van de opdracht, zoals zij dit ook aan het begin van de les deed.

[3^{b}:5.B12.28] OLA 3.14

Ontwikkeling van de werkdefinitie. Docent leidt de klassikale reflectie op de opdracht Vogeldiversiteit in klas H4b tijdens les 5.

Docent^{b}	Mag ik even jullie aandacht? Want ik besef dat we een beetje tegen de klok aan het werken zijn, omdat we nu eenmaal veertig minuten les hebben. Ik wil het toch proberen af te ronden. We zijn deze les bezig geweest met verschillende werkbladen om te kijken: wat is de definitie van biodiversiteit? En als ik rondloop en zie wat jullie opschrijven, dan denk ik dat we daar een hele aardige definitie uit kunnen destilleren. Dan wil ik beginnen met de definitie die Joris bedacht heeft.
Joris	Het aantal levensvormen…
Leerling	Iets harder
Docent^{b}	Het komt toch op het bord te staan jongens. Iedereen gaat nu opletten want ik ga straks mensen vragen of er nog dingen op aan te vullen zijn. Het aantal levensvormen…?
Joris	…meerdere keren gemeten, tenminste dat je afname en toename…
Docent^{b}	**[***schrijft op bord***]** Het aantal levensvormen, afname en toename, meerdere keren gemeten, zet ik even neer.

Op deze manier bespreekt de docent de component ‘ruimte’ als het gebied waarin geteld wordt, en de component ‘soortenrijkdom’ als verschillende organismen of verschillende soorten. Het onderscheid tussen aantal soorten en aantal individuen per soort wordt niet expliciet gemaakt. De component ‘tijd’ wordt besproken in het volgende fragment. Het onderwerp wordt ingebracht door Dirk. Vervolgens voltooit de docent de definitie op het bord en sluit de les af met een vergelijking van de definitie met de definitie waar de andere klas (H4a) mee afsloot en de definitie uit de ‘docentenhandleiding’, dat wil zeggen het scenario van de lessenreeks.

[3^{b}:5.B12.29] OLA 3.14

Ontwikkeling van de werkdefinitie. Docent leidt de klassikale reflectie op de opdracht Vogeldiversiteit in klas H4b tijdens les 5.

Dirk	Op een ander tijdstip kan het heel anders zijn.
Docent^{b}	Heel goed Dirk. Dus als wij gaan kijken naar biodiversiteit, dan hebben we het over een aantal verschillende soorten in een bepaald gebied. Hoe zouden we dat aan kunnen vullen met de informatie die Dennis nou net gaf, hoe zou je die er in kunnen brengen?

Joris	Tussen dag en nacht?
J1	Meten op dezelfde tijdstippen of zo?
J2	Zomer en winter?
Docent[b]	Bijvoorbeeld jaar na jaar, of dag na dag. Maar in ieder geval moet je op verschillende tijdstippen kunnen meten om er echt iets zinnigs over te kunnen zeggen. Snapt iedereen dat?
Klas	Ja.
Docent[b]	Alleen maar kijken in een bepaald gebied en het aantal soorten tellen, dat is in feite niet voldoende in om helemaal sluitend te krijgen wat het aantal verschillende soorten nou precies is. Je [zou] daarvoor ook op verschillende tijdstippen moeten kijken? Ja? Dus in een bepaald gebied op… [*schrijft op het bord*] Nou het was lastig om tot deze definitie te komen.
J2	Zijn die andere klassen ook tot deze definities gekomen?
Docent[b]	Ja, die hebben iets soortgelijks bedacht. Wat hadden zij ook alweer? Misschien staat het hier. Ik zeg nu even wat de andere klas had bedacht, die hebben dus precies dezelfde lessen gevolgd, die hebben hetzelfde gedaan. En daarna zeg ik de definitie uit mijn docentenhandleiding er nog even bij. *[Bel gaat]*
Docent[b]	Blijf even zitten, want ik vind het heel belangrijk dat jullie daar nog even naar luisteren. De andere klas had: het aantal verschillende organismen tussen haakjes het aantal van een soort, plus aantal soorten in een bepaald gebied per tijdseenheid. Dat is de definitie van de andere klas. En dan die van de handleiding: verscheidenheid van soorten en aantallen individuen per soort in ruimte en tijd. Nou die ruimte en die tijd die hebben wij er ook in zitten. Dus dat hebben we goed gedaan!

Hoewel de definitie op het bord wordt vergeleken met de definitie van de andere klas en de definitie uit de handleiding, wordt de definitie niet aangepast en blijft het onderscheid tussen aantal soorten en aantal individuen per soort, de component ‘abundantie’, ontbreken.

Les 6 Oefenen met recontextualiseren

In les 6 wordt de werkdefinitie van het concept biodiversiteit als ‘index’ als uitgangspunt genomen. Het concept biodiversiteit wordt niet verder uitgebreid, maar toegepast binnen ‘natuurbeheer in het Waddengebied’ als handelingspraktijk. De leerlingen oefenen met recontextualiseren op de manier die ook op de toets van hen wordt verwacht. Deze context is minder complex dan het ‘Waddengasdebat’ dat in de tweede casestudie als toepassingscontext werd gekozen. In 6 vwo bleek deze context te breed, dat wil zeggen, de onderwerpen waren te complex en/of de leerlingen hadden onvoldoende tijd om genoeg informatie te verzamelen voor een onderbouwd advies over gasexploitatie in het Waddengebied. Voor 4 havo is daarom voor een beperktere context gekozen.

De opzet van les 6 brengt een vrije situatie met zich mee. De leerlingen beslissen zelf op welk moment tijdens de les zij met welke groepsgenoot of groepsgenoten aan tafel zitten en op welk moment zij welke bronnen raadplegen, dus naar welke plek in het lokaal zij gaan. Dit heeft het volgen van de leerlingendialogen op de geluidsbanden bemoeilijkt.

De werkbladen behorende bij les 6 hadden anders opgezet moeten worden om tot analyseerbare resultaten te kunnen leiden. De werkbladen bevatten geen invulruimte, waardoor de leerlingen ieder voor zich aantekeningen maken in de beschikbare ruimte, zodat de aantekeningen onderling niet systematisch vergelijkbaar zijn. Bovendien schrijft vaak slechts een van de leerlingen van een groep mee met de activiteiten en bevindingen, niet de hele groep, of leerlingen nemen aantekeningen van elkaar over, of zij overleggen eerst en schrijven dan hetzelfde op, waardoor gegevens over individuele verschillen verloren gaan.

In elke klas zijn opnamen gemaakt van drie groepen. Hieronder worden eerst fragmenten besproken die kenmerkend zijn voor de manier waarop leerlingen de componenten de werkdefinitie van het concept biodiversiteit recontextualiseren. De les wordt eerst van het begin tot het einde gevolgd in klas H4a en daarna in H4b. Daarna wordt voor beide klassen vergeleken in welke mate de groepen hebben geoefend met recontextualiseren. Opvallend is dat OLA 3.16 niet is uitgevoerd. Beide docenten hebben de leerlingen tot de bel aan de groepsopdrachten laten doorwerken. De geplande klassikale reflectie is daardoor achterwege gebleven. De toets volgde onmiddellijk na les 6. Er is veel meer tijd besteed aan OLA 3.15 dan gepland. In de vorm van een werkblad was zelfs voorzien in een verdiepingsopdracht, zodat leerlingen die opdracht 1 en 2 (OLA 3.15) eerder af zouden hebben, niet op de klassikale reflectie zouden hoeven te wachten zonder iets nuttigs te doen. Uit de transcripties en de ingeleverde werkbladen blijkt niet dat er leerlingen zijn geweest die aan de verdiepingsopdracht hebben gewerkt. Er was eerder enig haastwerk voor nodig naarmate de les vorderde om opdracht 1 en 2 voor de bel af te krijgen. Dat de klassikale reflectie niet is uitgevoerd, moet geredeneerd volgends OLS 3 nadelig zijn voor de mate waarin leerlingen recontextualiseren op de toets, maar deze beredenering is uiteraard niet toetsbaar bij gebrek aan een controlegroep.

OLA 3.15 is opgezet rond het meten van de biodiversiteit als 'index' zoals uitgewerkt in de werkdefinitie, met een beperking tot het Waddengebied. In les 5 werd verder ingeperkt tot vogels in het Waddengebied. De leerlingen krijgen op een werkblad twee opdrachten die moeten worden uitgevoerd met behulp van in het lokaal klaargelegd schriftelijk materiaal, een cd-rom die beschikbaar is op een computer in het lokaal en Interwad, een website over het Waddengebied, te raadplegen via een andere computer in het lokaal. Het aantal computers is beperkt en de snelheid van de computers en het netwerk is laag. De computers lopen regelmatig vast en de leerlingen hebben moeite met de bediening van de cd-rom en de website. Deze factoren hebben de tijdsduur van de opdracht aanzienlijk verlengd. De verwachting is dat de leerlingen aan de hand van de opdrachten de componenten van de werkdefinitie zullen recontextualiseren in de volgorde waarin zij deze componenten hebben ontwikkeld: soortenrijkom, gebied, tijdstip of periode, abundantie.

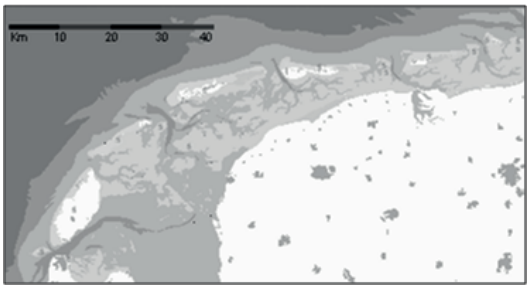
Opdracht 1 stelt na twee inleidende vragen (zie opdracht hieronder) de vraag die de leerlingen moet aanzetten tot het recontextualiseren van de componenten van de werkdefinitie van het concept biodiversiteit.

[3^{ab}:6.L.30] OLA 3.15 Opdracht 1

OPDRACHT 1

Klik eerst op Kaart in het menu boven in het scherm (voor meer uitleg zie de laatste pagina van dit werkblad). Zoek in het rechter frame de naam van de kaart waarop het aantal schollen in de Waddenzee staat aangegeven. Geef de kaart weer in het linker frame. Beantwoord nu de volgende vragen.

1. Waar bevindt zich de meeste schol in de Waddenzee? Gebruik ook de legenda (zie tabblad) van deze kaart.
2. Denk je dat de schol in de Waddenzee thuishoort?
3. Kun je met behulp van de gegevens in dit kaartje en in de kaarten van andere vissoorten iets zeggen over de biodiversiteit in de Waddenzee wat betreft de vissen? Welke gegevens uit de kaarten kun je hiervoor gebruiken? Welke gegevens mis je? Leg uit.



Vraag 1a en 1b zijn inleidend. Vraag 1c is ontworpen als oefening in het recontextualiseren van het concept biodiversiteit. De leerlingen moeten aangeven welke informatie beschikbaar is om 'iets te kunnen zeggen over biodiversiteit'. De bedoeling is dat de leerlingen onderzoeken of de kaart informatie geeft over elke component van de werkdefinitie van het concept biodiversiteit.

In de onderstaande fragmenten werken leerlingen in duo's. Sommige duo's werken samen, waardoor de dialoog op de geluidsopname klinkt als een groepsgesprek. Er zijn drie audio-opnamen per klas gemaakt. Hieronder worden fragmenten weergegeven van achtereenvolgens drie duo's of groepen in H4a en drie duo's of groepen in H4b.

[3ᵃ:6.B14.31][13] OLA 3.15 H4a
Groep 1 werkt aan opdracht 1 en 2.

M2:	(leest) "Wat voor gegevens mis je?" Je mist toch geen gegevens?
M1:	Je mist de tijd
J1:	Tijdseenheid
M1:	Dan weet je of er toe- of afname is.
J1:	Ah!

Leerling M1 in het bovenstaand fragment begrijpt de bedoeling van de vraag. Zij beoordeelt per component of de kaart de benodigde informatie geeft of niet. In het volgende fragment is te zien hoe leerlingen in het gesprek zoeken naar recontextualiseringen van de componenten van de werkdefinitie om het concept biodiversiteit te kunnen toepassen op het meten van de biodiversiteit in het Waddengebied. Regelmatig verschuift het gesprek naar de technische beperkingen van de digitale bronnen. De leerlingen komen echter steeds terug op de componenten van de werkdefinitie en proberen de informatie te begrijpen in termen van de componenten van het concept biodiversiteit.

[3ᵃ:6.B14.32] OLA 3.15 H4a
Groep 1 werkt aan opdracht 1 en 2.

M1 :	(leest) "Open het document over de schol, doe dit ook voor de haring." Oké, waar is schol.
J1 :	Je moet ook die van de haring open maken.
J2:	Ja, je moet eerst deze (...)
M1:	Nee, je moet ook die van de haring openen.
J1:	Ja, doe dit ook voor de haring, bekijk beide documenten.
M1:	Maar moet je het apart doen, of gaan we (…)
J2:	Je moet eerst [de] schol doen, anders kan je die vraag niet beantwoorden bij de haring.
M1:	Wat is de scholstand?

13 Les 6 volgens planning. Voor klas H4a was dit les 7, zie toelichting in de tekst.

J2: Het paaibestand en vangst van de schol in de Noordzee in duizenden tonnen.
M1: Daar staat het hé. Paaistand en vangst van de schol in de Noordzee in duizenden tonnen. Nee, dat is toch helemaal niet het antwoord? O, jawel!
Nou, schrijf op Sanne.
M1: (…) De scholstand wordt al jarenlang in de gaten gehouden. Hoe meten we de scholstand en hoe meten we dat bij de haring? Wat hebben jullie bij B? Volgens mij doen ze dat door de bijvangst.
J1: Volgens mij door de boomkor heen.
M1: De wat?
J1: Hier, boomkor.
M1: Doe jij de boomkor dan? Bescherming van de kinderkamer.
M2: Ja, maar dat meten ze toch op hoeveel kilo?
M1: Ja, hoe, hoe. Hoe meten ze die scholvangst? Hoe kun je dat…?
J: Maar wat doe je dan met je tijdseenheid?
M1: Per een bepaalde (…) Er staat geen (…) het staat in duizenden tonnen.
M2: Maar dat is geen tijdseenheid.
M1: Minimum en, maar wat is die groene? (wijst op de kaart) O, die groene is de vangst.
J2: In jaartallen.
J1: Ik zet het in jaartallen
M1: Ha! Ik kan de haring niet bekijken.
J2: Je moet gewoon op dat ding drukken.
M1: Op deze toch?
J2: Nee, die ernaast.
M1: O, die. Ja, hoe moet ik dat weten!
J2: Dat heb je toch ook net bij de schol gedaan?
M2: Is dat een haring dan?
M1: De haringpopulatie, nee. Haringpopulatie? Haringstand? Haringstand.
Ja, maar dat hoefde je helemaal niet te zeggen Roel, je moet zeggen hoe ze die haringstand meten.
J1: Wat is het biologisch minimum?
M1: O, wat, hoe moet je dat zeggen? Door het aantal haringen dat wordt gevangen in een bepaald jaar, of een bepaalde tijdseenheid.

Groep 1 wordt afgeleid door de techniek, maar blijft toch bij de opdracht. De component 'tijd' of 'periode' krijgt de meeste aandacht. Verder wordt besproken hoe de omvang van de haringstand wordt gemeten en in welke eenheden deze wordt uitgedrukt. De leerlingen recontextualiseren de component tijd op de juiste manier: als de kaart geen informatie geeft over de haringstand op andere tijdstippen, kan niets worden gezegd over toe- of afname. De leerlingen van groep 1 oefenen niet met het recontextualiseren van de overige componenten.

De beperkingen van de techniek en de computervaardigheden van de leerlingen werden in de derde casestudie niet juist ingeschat. In het bovenstaande fragment is te zien dat de techniek beperkend werkt voor groep 1. Uit het onderstaande fragment [3ª:6.B15.33] blijkt dat dit eveneens voor groep 2 geldt.

[3ª:6.B15.33] OLA 3.15 H4a
Groep 2 werkt aan opdracht 1 en 2.
AS: Misschien kan iemand www.interwad.
M2: Ja, waar moet je dan ook alweer heen?
J1: Ik ben nu bij Netscape.
M1: Op die computer daar zitten twee verschillende [browsers], een snellere en een minder snelle.
J1: Hier zit ook Internet Explorer op en Netscape.
M1: Javascript error. Weet je hoe dit moet?

Groep 2 komt niet toe aan het recontextualiseren van de componenten van het concept biodiversiteit. De leerlingen praten over andere onderwerpen dan de opdrachten en maken grappen over de informatie. Ze doen relatief lang over het interpreteren van de kaart. Wat is Denemarken? Waar ligt Ameland? Ook de techniek is een steeds terugkerend gespreksonderwerp: "We zitten al een halfuur op 'loading', even geduld a.u.b." In groep 2 werken twee tweetallen samen, waardoor er meer afleiding is. Wanneer het gesprek serieuzer wordt, zoals in het volgende fragment [3ª:6.B15.34] komen de leerlingen soms in de buurt van het recontextualiseren van het concept biodiversiteit.

[3ª:6.B15.34] OLA 3.15 H4a

Groep 2 werkt aan opdracht 1 en 2.

J1:	Het is een klein gebied, weet je hoe klein dat eiland is?
J2:	Ik denk dat het Ameland is.
J1:	Waarom zou de schol in zo'n klein gebied leven?
M:	Zoet water!
M1:	Ja, zijn jullie het er mee eens?
M2:	De Waddenzee heeft zout water. De Waddenzee is zout.
J1:	De Noordzee ook.
J2:	Ik ben op Terschelling geweest met vakantie, met mijn ouders. (…)
J1:	Weet je wat?
M1:	Nee.
J1:	Hij leeft niet in de Noordzee.
J2:	Tijdseenheid, want je weet alleen maar een bepaalde tijd en de volgende tijdsmeting, toch?
M2:	Je kan het dus niet zeggen. Nee het kan niet. (…)
M1:	O, nee kijk, we hebben wel jaartallen.
J1:	De bot komt bijna nergens voor.
J2:	Ik denk het wel.
J1:	Nou ik denk het niet, want er zitten er best wel weinig in Nederland.
M2:	Wat is ook al weer biodiversiteit?
M3:	Spiering, spiering, daar heb je er heel veel van.
J2:	Ja, ik denk dat schollen hier niet eens thuishoren, omdat ze helemaal aangepast zijn en dat ze weinig (…)
M2:	Ze zijn goed gecamoufleerd. (Gemompel door elkaar heen.)
J1:	Wat duurt dat lang hé. Ja, we zitten al een half uur op loading en even geduld a.u.b.
J2:	Dan doen we wel direct de schol.
J1:	Hij doet iets! Visserij.
J2:	Schol!
M2:	Wat heb je nu gedaan?
M1:	Ik heb dubbel geklikt.
M2:	Wat betekent de scholstand?
J1:	Is dit een potvis?

Een patroon in dit gesprek [3ª:6.B15.34] is dat iedere keer als het gesprek serieuzer wordt en richting de componenten van het concept biodiversiteit gaat, een van de leerlingen een opmerking maakt die niet ter zake doet: vakantie op Terschelling, camouflage, dubbelklikken, potvis. De leerlingen van groep 2 houden elkaar op die manier van het werk. Daardoor is de uitvoering van OLA 3.15 in deze groep onvoldoende. Groep 2 komt tijdens les 6 niet los van deze manier van werken.

Groep 3 heeft eveneens problemen met het zoeken in de digitale informatie. Deze leerlingen staan daar echter minder lang bij stil en proberen serieuzer dan de leerlingen van groep 2 de opdrachten te maken.

[3ᵃ:6.B16.35] OLA 3.15 H4a
Groep 3 werkt aan opdracht 1 en 2.

M2:	Kun je met dit kaartje, van andere vissen iets zeggen over de biodiversiteit?
M1:	Nee, want je mist tijdseenheid.
J2:	De biodiversiteit is redelijk groot.
J1:	Ja. Kan je dat zo uitdrukken?
J2:	Biodiversiteit dat heeft toch geen evenwicht?
Docᵃ:	Wat is biodiversiteit en welke gegevens mis je dus?
M3:	Voor biodiversiteit heb je altijd een aantal gegevens nodig en als je die niet hebt, dan kun je niet kijken hoe de biodiversiteit is. (…)
Docᵃ:	Oké, en wat voor gegevens mis je om biodiversiteit te kunnen meten?
J1:	Tijdseenheid
Docᵃ:	Oké, dat zie ik niet staan bij je antwoorden.
J2:	Nee, dat zei ik ook.
J1:	Jij hebt helemaal niks opgeschreven.
Docᵃ:	Wat voor waarden mis je?
J2:	De tijdseenheid mist.
J1:	Welke kunnen we gebruiken daarvoor? De aantallen.

Leerling M3 legt in het bijzijn van de docent goed uit wat met vraag 1c wordt bedoeld. De component 'tijd' valt J1 als eerste op. Dezelfde leerling J1 komt met 'aantallen', maar zijn punt wordt nog niet duidelijk. Vervolgens duurt het lang voordat de computer twee documenten over de schol heeft gevonden. De leerlingen verliezen hun geduld. Wanneer de twee documenten zijn gevonden, is de opmerking van J1 over 'aantallen' en de mogelijk aanzet tot het recontextualiseren van de component 'tijd' voor de leerlingen op de achtergrond geraakt. Het volgende fragment [3ᵃ:6.B16.36] laat zien hoe het gesprek verder verloopt nadat de documenten over de schol zijn gevonden.

[3ᵃ:6.B16.36] OLA 3.15 H4a
Groep 3 werkt aan opdracht 1 en 2.

M2:	Twee documenten over de schol.
J1:	Ik zie helemaal geen schol in het midden staan hoor.
M2:	Ja, de hoeveelheid schol
J1:	Opnieuw beginnen, wat een (…)
J2:	Dan gaan we wachten.
M2:	O, wacht effe hoor.
J1:	Wat betekent het begrip scholstand?
J2:	Moet je weer een uur wachten man. Het is veel te veel man.
M2:	(leest) "De stand van een aantal vissoorten varieert aanzienlijk."
M1:	He?
M2:	Gewoon de hoeveelheid schol in een bepaald gebied.
J1:	Ja, dat dacht ik ook.
M2:	(leest) De scholstand wordt al jaren lang in de gaten gehouden, hoe meten onderzoekers de scholstand?
J1:	We moeten even voor de scholstand kijken. O, kwaliteitsafbeeldingen.
J2:	Naar beneden.
J1:	Ik wil kwaliteitsafbeeldingen.
	Nou, dit is zeker, ik vind het echt een stuk mooier.

J2: Wat is dit?
J1: Ja, dit is de scholstand. Eh, de aantallen in een bepaalde tijd. Paaibestand en vangst van de schol in de Noordzee in duizenden tonnen. Dat is het gewoon.
J2: Nou, dan schrijf ik dat even op.
J1: Hoe meten ze dat dan? Hoe tellen ze dat nou, gewoon tellen. Gewoon een zendertje meegeven voor elk beest dat ze vangen. Dat doen ze met zeehonden ook. Dit is het antwoord toch? Gewoon, ze merken gewoon degene die ze al geteld hebben. En de haringstand?
J2: Hetzelfde.
J1: Met een eh.
M2: Ja, hoe meten ze dat?
J1: Een biodiversiteit simulatie.
M1: Misschien door vangst?
J2: Ja
M1: Ja
J1: Moeten ze het dan niet markeren?
M1: Wauw.
M2: Je vangt toch niet eerst de hele zee leeg om te kunnen tellen?
J1: Als je er veel vangt, dan zijn er ook veel.
M2: Oké, maar dan weet je dat het er een hoop zijn.
Doc[a]: Nee, dat is niet zo, maar hoe kan je dat nog preciezer meten door vangst?
M2: Als je in een gebied vangt en dan elk jaar en dan zie je…
Doc[a]: Oké, oké, precies, heel goed ja. De hoeveelheid vis die je elk jaar vangt in een bepaald gebied
J1: De vangst in een bepaald gebied.

Het gesprek komt in het bovenstaande fragment [3[a]:6.B16.36] op de manier waarop het aantal schollen, de scholstand, wordt gemeten. De docent bevestigt de conclusies van de leerlingen en herformuleert deze met behulp van de werkdefinitie. De componenten 'aantal soorten' en 'abundantie' worden echter niet afzonderlijk gerecontextualiseerd. Het gesprek gaat opnieuw over dubbelklikken en andere technische zaken. Les 6 eindigt met een haastig afgeronde opdracht 2 zonder dat de klassikale reflectie (OLA 3.16) wordt uitgevoerd. De leerlingen kunnen daardoor niet meer controleren of zij de opdrachten goed hebben gedaan voordat zij de toets moeten maken.

In H4a hebben de leerlingen wel wat geoefend met het recontextualiseren van het concept biodiversiteit. Vooral de component 'tijd' is gerecontextualiseerd zoals met vraag 1c werd beoogd. Uit de transcripties blijkt niet dat leerlingen onderscheid hebben gemaakt tussen soortenrijkdom en abundantie. Soortenrijkdom, gebied en periode komen sporadisch aan de orde, vooral met hulp van de docent. De intensiteit van de oefening verschilt per groep, maar diepgaand zijn de dialogen in geen van de drie groepen. De leerlingen ondervinden veel afleiding van de computers en van elkaar. Het is de vraag of de opdrachten met voldoende inzet zijn uitgevoerd om te concluderen of de activiteit effectief is of niet.

Les 6 gaat in H4b anders van start dan eerder in H4a. In H4b heeft de component 'abundantie' in les 5 niet op het bord gestaan. Het volgende fragment [3[b]:6.B16.37] laat zien hoe de docent[b] deze stap aan het begin van les 6 inhaalt.

[3[b]:6.B16.37] OLA 3.15 (deel 1) H4b
Klassikale introductie op de les.
Doc[a]: De vorige keer zijn wij bezig geweest met een definitie maken van biodiversiteit. Roep dat even in herinnering. Die definitie daar hadden wij het volgende van gemaakt. Wij hadden gezegd het aantal levensvormen in een bepaald gebied inderdaad en Tijmen, wat wilde ik nou

zeggen?
Tijmen: In een bepaalde periode.
Doc[a]: Ja, op verschillende tijdstippen, hadden we ervan gemaakt, hè? 'Levensvormen' wordt een beetje vaag, dus daar wil ik eigenlijk bij hebben: het aantal soorten. Wat een soort is dat weten jullie nu onderhand. Wanneer iets behoort tot hetzelfde soort. Wanneer behoren bijvoorbeeld twee dieren tot hetzelfde soort?
J1: Omdat ze veel dezelfde eigenschappen hebben.
Doc[a]: Nee, dat is niet helemaal goed.
Joris: Als ze zich kunnen voortplanten.
Doc[a]: Ja, nog harder Joris.
Joris: Als ze zich kunnen voortplanten.
Doc[a]: Ja, als ze zich met elkaar kunnen voortplanten, en dat daar dan ook weer vruchtbare nakomelingen uit kunnen komen. Dus het is het aantal soorten, maar wat er ook bij hoort bij biodiversiteit, is het aantal organismen van een soort. Dus het is niet alleen het aantal soorten, maar ook per soort, hoeveel heb je er dan? Dat is de definitie van biodiversiteit die wij gaan gebruiken.

Behalve met een herhaling en een belangrijke aanvulling op de werkdefinitie, begint docent[b] les 6 ook met een toelichting op de toets.

[3[b]:6.B16.38] OLA 3.15 (deel 1) H4b
Klassikale introductie op de les.
Doc[a]: Voordat we gaan beginnen met de opdrachten, ik zeg net: dit is de een na laatste les. De laatste les is een toets, dat betekent dat is vrijdag. Maar voor die toets, als je vandaag gewoon goed werkt en goed oplet dan heb je je toets alvast goed voorbereid.
J1: Telt het cijfer ook echt mee?
Doc[a]: Over biodiversiteit, dat cijfer telt mee. Je kan dat mapje nog eens doorbladeren.
J1: En krijg je ook een cijfer voor het mapje?
Doc[a]: Voor het mapje krijg je ook een cijfer, ja.
J1: Dus eigenlijk is het gewoon hetzelfde als bij een normale toets?
Doc[a]: Ja, eigenlijk wel.
J1: Oké dan.

Het is aannemelijk dat de leerlingen van H4b na deze inleiding op les 6 alerter zijn tijdens opdracht 1 en 2 dan de leerlingen van H4a, dat wil zeggen: meer gericht op de werkdefinitie van biodiversiteit, inclusief de component 'abundantie' en meer gericht op presteren vanwege de cijfers.

Bert schrijft op zijn werkblad bij vraag 1c: "Je kan niet veel zeggen over de biodiversiteit, omdat de cijfers op één tijdstip zijn gemeten en er staan geen kaarten van andere gebieden." Bert en Dirk voeren de opdracht uit zoals bedoeld: zij recontextualiseren de componenten van de werkdefinitie om te bepalen welke informatie de kaart geeft en welke informatie ontbreekt om vervolgens te bepalen wat de kaart zegt over de biodiversiteit, in dit geval beperkt tot de schol in het Waddengebied.

In het onderstaande fragment [3[a]:6.B16.39] zijn Dirk en Bert in discussie over opdracht 1.

[3[b]:6.B16.39] OLA 3.15 (deel 2) H4b
Groep 1 werkt aan opdracht 1 en 2.
Dirk: Maar kijk, die b en c die kan je niet weten want je weet niet hoeveel verschillende soorten er zijn. Want je hebt ook van schollen weer verschillende soorten.
Bert: Oké, maar schol is toch een soort platvis?

Dirk: Dit is ook op een bepaald tijdstip gemeten. En als je het op een ander tijdstip meet dan zijn het er misschien minder want dan trekken ze ook meer de zee in. Snap je?
Bert: Ja, maar kun je met behulp van de tekst iets zeggen. Dus je kan er toch wel iets van zeggen.
Dirk: Je kan hier toch niets zeggen over de biodiversiteit, want het is toch maar op één tijdstip gemeten? Want stel je voor, dit is 's morgens gemeten en als je het dan 's avonds meet dan trekken misschien wel verder de zee in. Dus als je het dan 's avonds meet, dan zijn het er heel weinig. Er wordt gevraagd of je er iets over kunt zeggen.
Bert: Ja, oké, maar het lijkt me niet dat ze er 24000 in een ochtend meten. Het is wel ook januari, dus het kan elke maand.
Dirk: Ja, het kan elke maand verschillend zijn. Misschien zijn er van schollen ook wel andere soorten. Dus dat kan je ook niet zeggen. Het staat gewoon voor schol, maar de ene keer is het een, weet ik veel, een 'platbekschol' en de andere keer is het een 'breedbekschol'. Ja, weet ik veel.
Bert: Maar je weet ook niet… Je hebt ook geen gegevens uit andere dingen. Daar zijn het dan ook nog… Babette, gaan deze kaarten alleen over het Waddengebied?
Doc[b]: Deze gaan over het Waddengebied ja, kijk, dit is het Waddengebied.
Bert: Oh ja, maar kan je niet ook een ander gedeelte opvragen? Want dan kan je zeggen of de biodiversiteit hier goed is vergeleken met de andere delen. Nu zie je het alleen hier, en dan staat er wel zo'n getal, maar misschien is dat wel heel laag omdat het overal elders heel hoog is.
Doc[b]: Nou je ziet, je kunt [dit] wel vergelijken met andere stukken uit de Waddenzee. Zijn er nou veel [gebieden] waar er zoveel voorkomt?
Dirk: Hier is het allemaal heel weinig, en hier…
Doc[b]: Maar het is wel goed wat je zegt hoor Bert, dus ik zou er wel even een aantekening van maken, maar het kan met dit programma niet.

In fragment [3[a]:6.B16.39] blijkt hoe Bert moet zoeken naar woorden om uit te leggen wat hij denkt. Hoewel de context van OLA 3.15 beperkt is gehouden ten opzichte van 6 vwo, door de opdrachten over het monitoren van de haringstand, de scholstand en de zeehondenpopulatie van het Waddengebied, en de gasboringen weg te laten, hebben de leerlingen toch te weinig kennis over de context om het concept biodiversiteit te kunnen recontextualiseren. De opdracht gaat over het concept biodiversiteit en welke informatie nodig is om biodiversiteit te kunnen meten, zonder dat de leerlingen daadwerkelijk de informatie krijgen om iets over biodiversiteit te zeggen.

Opdracht 2 bestaat uit verdiepingsvragen over de scholstand, biologisch minimum en boomkorvisserij. De leerlingen verzamelen bij het beantwoorden van deze vragen steeds meer informatie uit de bronnen. Zonder de componenten expliciet te benoemen, gaan de vragen over aantallen schollen en haringen per gebied en toe- en afname per periode. De leerlingen moeten het gerecontextualiseerde concept biodiversiteit toepassen bij vraag 2i: "Welke advies zou jij uitbrengen wat betreft de visserij op schol in de Waddenzee? Leg je antwoord uit aan de hand van biodiversiteit." Bert noteert zijn advies op het werkblad: "Minder opvissen, omdat ze niet alleen schol vangen, maar ook andere vissen waar ze niets aan hebben." Hij geeft geen toelichting met behulp van het concept biodiversiteit. Opdracht 2 geeft weinig aanleiding tot samenwerking en dialoog. Bert en Dirk zitten voornamelijk stil te werken, nemen technische hindernissen en stellen een enkele informatieve vraag aan de docent, totdat de docent aankondigt dat de bel over enkele seconden zal gaan. OLA 3.16, de klassikale reflectie op opdracht 1 en 2, wordt niet uitgevoerd.

Onderstaand fragment [3[a]:6.B16.40] laat zien hoe Dirk en Bert opdracht 2 uitvoeren.

[3^{b}:6.B16.40] OLA 3.15 (deel 2) H4b
Groep 3 werkt aan opdracht 1 en 2.

Dirk: Het duurt echt lang man.
Bert: Het is iets van 33 megabytes.
Dirk: Moeten we nu nog steeds wachten?
Bert: Waar moeten we eigenlijk heen?
Dirk: Open het document over de schol. Wat betekent het begrip scholstand?
Bert: Waar staat dat?
Dirk: Bij vraag 1, maar…
Bert: Beginnen met de scholstand denk ik hè?
Dirk: Scholstand, hoeveel schollen er in een bepaald gebied leven. (*Dirk leest.*) "De scholstand wordt al jaren in de gaten gehouden, hoe meten onderzoekers de scholstand?" Hoe meten onderzoekers de scholstand? Ja weet ik veel!
Dirk: Wat is dit nou weer?
Bert: De haringstand.
Dirk: Nee je moet eerst, er staat van eh, hoe meten onderzoekers de scholstand, ja hoe moet ik dat in vredesnaam weten?
Bert: Ga eens naar beneden, dan druk je op dat pijltje. Haring.
Dirk: Nee, we zitten verkeerd.
Bert: Nee, we moeten het ook over haring weten. Dat ze haring tellen.
Bert: Druk hier de visstand in.
(*Bert en Dirk werken een tijdlang in stilte door.*)
Dirk: Je hebt hier veel informatie in staan.
Bert: Nou, dit moeten we ook allemaal weten.
Dirk: Volgens mij worden ze gewoon gevangen.
Bert: Babette, waar kunnen we de haringstand en de scholstand vinden?
Doc^{b}: Wat zeg je?
Bert: Hoe kunnen we nou vinden hoe ze die haringstand en die scholstand meten?
Doc^{b}: Je kunt proberen [het] op te zoeken, maar je kunt ook zelf iets proberen te bedenken. Hoe zouden ze dat doen?
Dirk: Volgens mij vangen ze ze, wegen ze ze, en zetten ze ze terug.
Bert: Ze kunnen ze wel gaan vangen, maar je kan natuurlijk toch nooit elke haring vangen uit de zee.
Dirk: Nee oké, maar ze kunnen wel een gemiddelde maken.
Doc^{b}: Ja, ze kunnen inderdaad in een bepaald gebied, of ze kunnen het aan vissers vragen, goh, hoeveel hebben jullie nou gevangen per vierkante kilometer. Ja?
Dirk: volgens mij vangen ze ze, en zetten ze ze dan terug, en dan wegen ze alles.
Bert: Wegen, ja.
Dirk: Dat zal bij de schol ook wel zo zijn, hè?
(*Bert en Dirk werken een tijdlang in stilte door.*)

In bovenstaand fragment [3^{a}:6.B16.40] bespreken Dirk en Bert vraag 2i van opdracht 2 niet. Het blijft de vraag of zij voldoende informatie hebben om advies te kunnen geven over visserij in het Waddengebied met toepassing van het concept biodiversiteit. Hoewel het meten van de scholstand en de haringstand in het gesprek aan de orde komen, en Dirk zich afvraagt of er niet verschillende soorten schollen zijn, worden de componenten 'aantal soorten' en 'abundantie' niet afzonderlijk gerecontextualiseerd. De component 'tijd' wordt wel gerecontextualiseerd, evenals de component 'gebied'. Over beide componenten geeft de kaart te weinig informatie, concluderen deze leerlingen.

In het volgende fragment [3^{b}:6.B16.41] werkt het duo Cora en Annet aan opdracht 1 en 2. Vraag 1a en 1b worden beantwoord na het nemen van enkele technische hindernissen en enig geduld met het trage netwerk. Vervolgens komen de twee leerlingen te spreken over vraag 1c.

[3^{b}:6.B16.41] OLA 3.15 (deel 2) H4b
Groep 2 werkt aan opdracht 1 en 2.

M1	[*leest eerst de opdracht*] Wat kunnen we zeggen over de biodiversiteit, weet jij dat?
M2	Ja oké.
M1	Het gaat alleen over de schollen.
M2	Het gaat over 1 soort.
M1	Je moet het toch over meerdere soorten doen, het aantal soorten, nou dit is alleen….
M2	Ik zet gewoon neer, ik kan het niet zeggen want we hebben niet genoeg informatie, we hebben maar informatie over 1 soort.
M1	Ja, alleen… Ja.
M2	We hebben niet voldoende informatie over het aantal… Hier schrijf het er even bij.
M1	En welke gegevens kun je wel van de kaart gebruiken? Misschien de hoeveelheden of zo? Heb je dit?
M2	Ja bijna.
M1	Wat voor informatie kun je nog meer uit de kaart halen?
M2	Het aantal.
M1	De aantallen. We moeten nog eentje naar beneden [scrollen]. Maar je moet ook van de verschillende tijdstippen hé, je weet niet van wanneer het is.
M2	Ja, die gegevens mis je iets.
M1	Je hebt maar 1 jaar.
M2	Ja.

Cora en Annet bespreken meerdere componenten, namelijk ‘aantal soorten’ en ‘tijd’. Mogelijk verwijst ‘hoeveelheden’ naar de component ‘abundantie’, maar de leerlingen werken de recontextualisering niet verder uit. Beide leerlingen hebben flink beschreven werkbladen en onderscheiden zich van de meeste andere leerlingen door extra blaadjes met aantekeningen in hun mapje. Annet schrijft bij opdracht 1: “Deze opdracht heeft Cora in haar mapje.” Cora schrijft op een apart vel het volgende bij vraag 1c (onderlijning van Cora):

[3^{b}:6.L.42] OLA 3.15 (deel 2) H4b
Groep 2 Werkblad Opdracht 1 Vraag 1c.
Nee, we hebben niet voldoende informatie over het aantal verschillende soorten die je nodig hebt om de biodiversiteit te bekijken.
Wel hebben we de informatie: aantal.
Niet verschillende tijdstippen, we hebben alleen de informatie van 1 jaar (1996).

Opdracht 1 geeft Cora en Annet voldoende aanleiding tot het recontextualiseren van drie van de vier componenten van de werkdefinitie. Hoewel de definitie inclusief de component ‘abundantie’ in de aantekeningen van Cora staat, komt deze component niet voor in de dialoog tussen Cora en Annet. De leerlingen werken vervolgens vrijwel individueel aan opdracht 2, waardoor langere stiltes vallen. Het gesprek gaat over praktische, technische zaken die zij samen oplossen. Ze maken vraag 2a t/m 2e en komen niet meer toe aan vraag 2f t/m 2i.

De derde geluidopname in les 6 van H4b heeft de dialoog van een drietal vastgelegd. Groep 3 bestaat uit Karin, Anneke en Miriam. Deze leerlingen praten veel, maar niet over de opdrachten. Zij houden elkaar voornamelijk van het werk. Dat het lang duurt voordat groep 3 aan vraag 1c toekomt, is niet alleen toe te schrijven aan de trage techniek, waarover de leerlingen mopperen. In het onderstaande fragment praten de leerlingen over vraag 1b en 1c van opdracht 1, nadat een groot deel van het lesuur is verstreken. De leerling van een andere groep waaraan iets gevraagd

wordt door leerling M1 is Annet van groep 2, waarvan hierboven fragmenten zijn weergegeven.

[3^{b}:6.B16.43] OLA 3.15 (deel 2) H4b
Groep 3 werkt aan opdracht 1 en 2.

M3	Nou de schol kan in principe in koude en warme gebieden leven, dus ook in Nederland.
M1	Ja, maar waarom gaat hij dan niet naar de Noordpool of zo? Hier (*leest*): 'Schol trekt 's winters naar plekken waar het zeewater warm blijft.
M3	Warm water. Hier *(leest*): 'De schol [leeft] in voornamelijk in diepere delen van de Noordzee.'
M1	Ja, maar dat is toch nog geen antwoord? Annet, wat voor antwoord hebben jullie?
M3	Bij b. (*Opdracht 1, vraag 1b.*)
A:	Dat ze daar zijn geboren en dat ze daar hun eitjes neer leggen en zo.
M1	Dat ze daar altijd gewoon op terugkeren.
A	Ja nou, ze keren niet terug. Dat niet.
M1	Uiteindelijk gaan ze weer naar de Noordzee.
A	Ja 's winters.
M1	Dus daarom, omdat ze zich er wel thuis voelen.
A	Ja
	(Er wordt enige tijd in stilte gewerkt.)
M3	'Kunnen de aantallen op het kaartje en in de kaart iets zeggen over de biodiversiteit van de vissoorten? Welke gegevens van de kaart kan je hiervoor gebruiken? Welke gegevens mis je op de kaart?' Wat een vragen in een keer! We moeten dan even terug, want dit is dan de verkeerde vraag volgens mij.
M1	Ja, ik denk het ook.
M3	Wil je bij het onderwerp vissen kijken? Deze?
M1	Dat is wel voldoende denk ik.
M3	Ja, maar het zijn geen schollen hoor.
M1	Er leven toch ook andere vissen?
M3	Ja.
M1	Verspreiding van de schar is dat. Kaarten van andere vissoorten.
A	Je moet gewoon kijken hoeveel van die soorten er zijn.
M3	Ja, dan moeten we dus een andere hebben, die eens proberen.
M1	Wat duurt het lang.
M3	Nou hè?
M1	'Waddenzee', doe eens dat: gewoon 'Waddenzee' doen.

Deze leerlingen komen niet verder. Uit de protocollen blijkt dat de leerlingen ineffectief met de bronnen en de media omgaan. In het onderstaande vraagt Annet om een wederdienst, maar uit het volgende fragment blijkt dat zij niet krijgt waar zij om vraagt.

[3^{b}:6.B16.44] vervolg van [3^{b}:6.B16.43] OLA 3.15 (deel 2) H4b
Groep 3 werkt aan opdracht 1 en 2.

A	Weten jullie wat de scholstand is? Of zijn jullie daar nog niet?
M3	Daar zijn we nog lang niet. Hoe hadden jullie die informatie dan zo snel? Dat lukt me echt niet hoor.

De docent roept de groepen weer bij elkaar in het lokaal en sluit af. OLA 3.16, de klassikale reflectie op opdracht 1 en 2, wordt niet uitgevoerd.

De mate en de manier waarop de leerlingen van H4b oefenen met het recontextualiseren van het concept biodiversiteit verschilt aanzienlijk per groep of duo. Sommigen slagen erin drie van de vier componenten te recontextualiseren, met name naar aanleiding van opdracht 1 vraag 1c. De componenten 'soortenrijkdom' en 'abundantie' komen waarschijnlijk het minst aan de

orde; mogelijk worden deze componenten in les 6 door geen enkele leerling onderscheiden en gerecontextualiseerd. De protocollen en het ingevulde lesmateriaal laten echter wel voorbeelden zien van gerecontextualiseerde componenten 'aantal soorten', 'gebied' en 'tijd' bij verschillende leerlingen en in verschillende combinaties. Er is geoefend met recontextualiseren, maar het is de vraag of het voldoende is om het concept biodiversiteit ook op de toets voldoende te kunnen recontextualiseren.

7.4.2 De toets

De toets is ontwikkeld in samenwerking met beide docenten nadat vier lessen van docent[a] waren uitgevoerd. Voor de toetsvragen is dezelfde onderwijsleercontext gekozen als voor les 6, de laatste les van de lessenreeks: het meten van biodiversiteit in het Waddengebied. Hoewel de in les 6 uitgevoerde internetopdracht (OLA 3.15) en de opgaven van de toets van dezelfde handelingspraktijk zijn afgeleid, moeten de leerlingen op de toets toch de componenten van de werkdefinitie recontextualiseren. De context blijft gelijk, maar de opgaven en dus de activiteiten van de leerlingen verschillen van OLA 3.15. Daardoor is er toch sprake van een contextwisseling.

De leerlingen van 4 havo worden meer bij de hand genomen dan de leerlingen van 6 vwo. Vraag 1a is reproducerend van aard. Gevraagd wordt naar de werkdefinitie van het concept biodiversiteit. Het is relevant om te zien in welke mate de leerlingen de werkdefinitie kunnen reproduceren in termen van het aantal componenten dat zij noemen. De componenten van de werkdefinitie hoeven echter niet te worden gerecontextualiseerd. Vraag 1b stuurt in de richting van recontextualiseren: welke informatie (component) ontbreekt in bron 1 en bron 2, gegeven de werkdefinitie? Op deze manier wordt de leerling gestimuleerd het recontextualiseren van componenten van de werkdefinitie te gebruiken bij het beantwoorden van de volgende vragen. Geanalyseerd zijn de opgaven die meten op welke manier en in welke mate de leerlingen de componenten van het concept biodiversiteit recontextualiseren.

Bij vraag 1c en 1d worden nog veel aanwijzingen gegeven over hoe de vraag kan worden beantwoord, vergelijkbaar met vraag 1b, maar de vragen zijn breder dan vraag 1b. Vraag 2a, b en c gaan niet over biodiversiteit. Het zijn vragen die passen in de ecologisch context van de lessenreeks. Vraag 2d is een open vraag waarbij de leerlingen het concept biodiversiteit moeten recontextualiseren om te kunnen antwoorden, zonder aanwijzingen. De vraag is minder sturend dan de vragen bij opdracht 1 en vraagt om inzicht. Voor de vragen 3a en 3b hoeven de leerlingen niet te recontextualiseren. Deze vragen gaan over de vier Rijken en niet over het concept biodiversiteit. Vraag 3c stuurt wat meer dan vraag 2c. Hieronder zijn de vragen weergegeven waarvan de antwoorden zijn geanalyseerd met de vraag hoe en in welke mate de leerlingen het concept biodiversiteit recontextualiseren.

[3[ab]:7.Toets.45]
Opdracht 1, vraag 1a,b,c en d, opdracht 2d en opdracht 3c.

Opdracht 1
Wat is volgens jou een goede <u>definitie</u> van het begrip biodiversiteit? Je mag de definitie noemen die je met de klas hebt bedacht, maar je mag ook je eigen geven. Zorg dat alle informatie die je nodig hebt om biodiversiteit te <u>meten</u> in de definitie wordt genoemd.
Bestudeer de bronnen 1 en 2. Kijk nu nog eens naar je definitie van biodiversiteit. Welke informatie ontbreekt

in bron 1? En welke informatie ontbreekt in bron 2?
Wat kan je zeggen over de biodiversiteit van de gewone zeehond, de grijze zeehond, de ringelrob, de zadelrob en de klapmuts in de Waddenzee, als je bron 1, 2 en 3 samenneemt? Leg je antwoord uit met behulp van de definitie.
Volgens bron 4 komen er ook andere zeezoogdieren dan zeehonden en robben voor in de Nederlandse kustwateren. Lees de informatie in de tabel van bron 4 goed door. Welke dieren zijn dat? Vind jij dat deze dieren ook meetellen voor de biodiversiteit in Nederlandse zeeën? Geef je eigen mening en leg je antwoord uit. Er is geen goed of fout antwoord, als je uitleg maar duidelijk is. Gebruik het begrip biodiversiteit.

Opdracht 2
Als één of meerdere soorten plotseling sterk in aantal achteruitgaan, met andere woorden: als de biodiversiteit kleiner wordt, betekent dat dan altijd dat het slecht gaat met de natuur? Geef je eigen mening en leg je antwoord uit.

Opdracht 3
Kies één van de twee onderstaande vragen en maak hem.

Eva, een bioloog, zegt dat bron 5 en 6 over biodiversiteit gaan – zoals er inderdaad boven staat – hoewel je de definitie van biodiversiteit misschien niet direct terug kunt vinden. Geef argumenten waarom Eva volgens jou wél gelijk kan hebben. Laat zien wat je kan, ook al vindt je zelf misschien dat zij eigenlijk geen gelijk heeft.

óf:

Stelling: dezelfde informatie die je in de figuur van bron 6 vindt, staat ook in de tabel van bron 5, en er ontbreekt in beide bronnen dezelfde informatie over biodiversiteit. Geef een korte maar toch duidelijke uitleg van deze stelling. Laat zien wat je kan, of je het nu wel of niet deze stelling eens bent.

Met behulp van de analyse van de toetsresultaten worden in deze subparagraaf de volgende onderzoeksvragen beantwoord.

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

Hiermee wordt getoetst of de leerdoelen L 3.6 en 3.7 van OLS 3 worden gerealiseerd (zie Tabel 7.2). Deze leerdoelen vormen het hoofddoel van de lessenreeks in de derde casestudie.

Hoofddoel OLS 3: De leerling kan met behulp van de werkdefinitie het concept biodiversiteit recontextualiseren bij het interpreteren van informatie over een natuurgebied en dit toepassen bij het beargumenteren van zijn eigen mening (L 3.6) en die van anderen (L 3.7).

Het (gedeeltelijk) recontextualiseren van het concept biodiversiteit bestaat in deze analyse uit het recontextualiseren van (een of meer van) de vier componenten van de werkdefinitie: soortenrijkdom, abundantie, ruimte en tijd.

De werkdefinitie van het concept biodiversiteit is in de derde casestudie als volgt geformuleerd.

Biodiversiteit =def het aantal soorten (S) en aantallen individuen per soort (A) in een bepaald gebied (R) in een bepaalde periode (T)'.

De componenten van deze definitie worden op de volgende manier aangeduid:

Componenten van de werkdefinitie van het concept biodiversiteit
S = 'soortenrijkdom', het aantal soorten in een gebied op een bepaald tijdstip
A = 'abundantie', het aantal individuen per soort in een gebied op een bepaald tijdstip
R = 'ruimte', het gebied waarin de biodiversiteit wordt gemeten
T = 'tijd', het tijdstip waarop de biodiversiteit wordt gemeten; metingen op meerdere tijdstippen laten veranderingen van de biodiversiteit in een bepaalde periode zien

Evenals in hoofdstuk 6 wordt aan de hand van twee voorbeelden uit het schriftelijk werk van leerlingen geïllustreerd op grond van welke kenmerken een tekstfragment wordt geïnterpreteerd als recontextualisering van een component van de werkdefinitie. Alle gerealiseerde recontextualiseringen zijn systematisch geanalyseerd en vervolgens geteld en vergeleken met het maximaal aantal mogelijke recontextualiseringen. Een nadere toelichting op de methode van het analyseren van de toets is gegeven in hoofdstuk 2. De resultaten van de frequentieanalyse worden verderop in deze subparagraaf in tabellen gepresenteerd.

Het eerste voorbeeld van een recontextualisering van de vier componenten van de werkdefinitie is het antwoord van Alies uit klas H4b op vraag 1c.

[3^{b}:7.WL.Toets.46]
Antwoord van Alies (H4b) op vraag 1c waarin zij alle componenten van de werkdefinitie van het concept biodiversiteit recontextualiseert.

Opdracht 1
Wat kan je zeggen over de biodiversiteit van de gewone zeehond, de grijze zeehond, de ringelrob, de zadelrob en de klapmuts in de Waddenzee, als je bron 1, 2 en 3 samenneemt? Leg je antwoord uit met behulp van de definitie.

Alies:
Dat de biodiversiteit vrij groot is. Er zijn vrij veel soorten, waar er ook best wat van zijn. De grijze zeehond komt steeds meer terug in de Waddenzee en ligplaatsen zijn er dan ook veel. Alleen de grijze zeehond en de gewone zeehond komen voor bij Nederland. De ringelrob, zadelrob en de klapmuts verder in het noorden. Kortom: het aantal verschillende soorten is vrij groot in een bepaald gebied op verschillende tijdstippen.

Alies recontextualiseert hier alle componenten in één antwoord. Toch reproduceert zij eerder bij vraag 1a niet de volledige werkdefinitie van het concept biodiversiteit. Zij geeft daar een definitie zonder de component 'abundantie', terwijl in haar klas 73% van de leerlingen een werkdefinitie met alle componenten reproduceert en in H4a zelfs 93% dat doet. Ook in haar samenvatting van haar antwoord op vraag 1c noemt zij de component 'abundantie' niet. In het eerste deel van haar antwoord op vraag 1c recontextualiseert zij echter twee maal de component 'abundantie'. De tekstgedeelten "… waar er ook best wat van zijn," en "… grijze zeehond komt steeds meer terug…" zijn expressies van 'abundantie' die onderscheiden worden van, en in verband worden gebracht met de soortenrijkdom, die in een bepaald gebied veranderd in de loop van de tijd. Wanneer een omschrijving van de component 'abundantie' wordt gehanteerd naast (een omschrijving van) de component 'soortenrijkdom' en daarvan expliciet wordt onderscheiden, wordt in de analyse een fragment geïnterpreteerd als recontextualisering van beide componenten. Bij het beantwoorden van de overige vragen recontextualiseert Alies steeds drie van de vier componenten. De component 'abundantie' komt niet meer terug in haar antwoorden op de toets.

Het tweede voorbeeld ter illustratie van de interpretatie van een recontextualisering van een compont van de werkdefinitie is ontleent aan het werk van Ans uit H4a. In tegenstelling tot Alies geeft Ans de complete werkdefinitie met een toegelichting bij vraag 1a.

[3ᵃ:7.WL.Toets.47]
Antwoord van Ans (H4a) op vraag 1a waarin zij alle componenten van de werkdefinitie van het concept biodiversiteit noemt en 'abundantie' en 'ruimte' recontextualiseert.

Opdracht 1
Wat is volgens jou een goede definitie van het begrip biodiversiteit? Je mag de definitie noemen die je met de klas hebt bedacht, maar je mag ook je eigen geven. Zorg dat alle informatie die je nodig hebt om biodiversiteit te meten in de definitie wordt genoemd.

Ans:
Biodiversiteit is het aantal organismen (het aantal van 1 soort en aantal soorten) in een bepaald gebied per tijdseenheid. Hoe meet je dat? Door bij voorbeeld bij vissen, de visserij. Hoeveel je er vangt per gebied is soortdichtheid (per tijdseenheid). Of bij vogels. De nestjes tellen per gebied, per tijdseenheid.

Door de ongevraagde toelichting na "Hoe meet je dat? (…)" werd geconcludeerd dat Ans hier de componenten 'abundantie' en 'ruimte' recontextualiseert. In haar toelichting wordt 'aantal soorten' niet uitgewerkt en 'tijdseenheid' wordt genoemd, maar niet als recontextualisering geïnterpreteerd. Ans is de enige leerling in H4a die componenten van de werkdefinitie recontextualiseert in een toelichting op haar antwoord op vraag 1a. Ook in H4b is er één leerling die dit doet, namelijk Joris.

Ans laat met de werkdefinitie zien dat zij alle componenten kent en waarschijnlijk ook begrijpt, gezien de toelichting. Echter, bij de toepassingsvragen recontextualiseert zij niet alle componenten van de werkdefinitie. Evenals in de toelichting op de werkdefinitie bij vraag 1a, vergeet Ans 'soortenrijkdom' bij haar antwoord op vraag 1b en 1c, terwijl bij vraag 1d en 2d juist uitsluitend 'soortenrijkdom' wordt gerecontextualiseerd. Ook haar antwoord op vraag 3c bevat slechts één recontextualisering. Overigens geldt ook voor Joris (H4b) dat hij na vraag 1a waarin hij alle vier de componenten recontextualiseert nog slechts weinig recontextualiseert, zelfs maar één keer.

[3ᵃ:7.WL.Toets.48]
Antwoord van Ans (H4a) op vraag 3c waarin zij slechts één component van de werkdefinitie van het concept biodiversiteit recontextualiseert, namelijk 'ruimte'.

Opdracht 3
Kies één van de twee onderstaande vragen en maak hem. [*Ans kiest voor de stelling en geeft dit aan met "(2)"*.]

Stelling: dezelfde informatie die je in de figuur van bron 6 vindt, staat ook in de tabel van bron 5, en er ontbreekt in beide bronnen dezelfde informatie over biodiversiteit. Geef een korte maar toch duidelijke uitleg van deze stelling. Laat zien wat je kan, of je het nu wel of niet deze stelling eens bent.

Ans:
(2) wel eens, er ontbreekt inderdaad bij beide informatie. Het is niet per gebied maar over de hele wereld. Dat geeft geen juiste schatting van de biodiversiteit.

Doordat Ans haar antwoord niet van een toelichting voorziet waarin zij de werkdefinitie van het concept biodiversiteit toepast, is geconcludeerd dat de componenten van de werkdefinitie niet

worden gerecontextualiseerd.

De voorbeelden van Alies en Ans laten zien hoe bij de analyse de recontextualiseringen van de componenten van de werkdefinitie van het concept biodiversiteit zijn geoperationaliseerd. Er is steeds een welwillende interpretatie gegeven van de antwoorden. Het noemen van een component is nog geen recontextualisering. Wanneer een leerling een component hanteert voor het beantwoorden van de vraag, dus volgens de doelstellingen L 3.6 en L 3.7 voor het beargumenteren van zijn eigen mening of die van een ander, is er sprake van een recontextualisering. Alle recontextualiseringen zijn gecodeerd en geteld. Vervolgens zijn de frequenties geanalyseerd.

In Tabel 7.4 hieronder is voor de relevante vragen het aantal recontextualiseringen per component per klas weergegeven. Alle dertig leerlingen hebben de toets gemaakt, vijftien leerlingen in beide klassen (N=15).

Tabel 7.4 ***Aantal recontextualiseringen per component per vraag.*** Weergegeven zijn de relevante vragen 1a, 1b, 1c, 1d, 2d en 3c in de linker kolom. In de middelste vier kolommen het aantal recontextualiseringen per component. Legenda componenten: S = soortenrijkdom, A = abundantie, R = ruimte, T = tijd. In de rechter kolom is het totaal aantal recontextualiseringen per vraag weergegeven.

Aantal recontextualiseringen per vraag in H4a (N = 15)					
Vraag	**S**	**A**	**R**	**T**	**Totaal**
1a	0	1	1	0	2
1b	0	1	2	2	5
1c	5	6	9	6	26
1d	6	2	4	0	12
2d	4	0	0	0	4
3c	4	3	5	2	14
	19	**13**	**21**	**10**	**63**

Aantal recontextualiseringen per vraag in H4b (N = 15)					
Vraag	**S**	**A**	**R**	**T**	**Totaal**
1a	1	1	1	1	**4**
1b	6	0	6	8	**20**
1c	9	6	11	4	**30**
1d	7	4	5	1	**17**
2d	4	0	4	0	**8**
3c	7	5	5	6	**23**
	34	**16**	**32**	**20**	**102**

Zoals eerder toegelicht is het bij vraag 1a en 1b niet noodzakelijk om componenten te recontextualiseren, maar sommige leerlingen geven meer toelichting dan gevraagd, waardoor toch een aantal keren componenten worden gerecontextualiseerd. In H4a wordt in totaal 63 keer een component van de werkdefinitie gerecontextualiseerd, in H4b 102 keer. Hierbij vallen een aantal zaken op:

- In H4b wordt de component ‘abundantie’ vaker gerecontextualiseerd dan in H4a, hoewel de component bij vraag 1a bij het reproduceren van de werkdefinitie minder vaak wordt genoemd in H4b dan in H4a. Er is dus geen evenredig verband gevonden tussen kunnen reproduceren en kunnen recontextualiseren van de component ‘abundantie’.

- In H4b worden alle componenten vaker gerecontextualiseerd dan in H4a.

- In zowel H4a als in H4b worden de componenten S+R vaker genoemd dan A+T en in dezelfde verhoudingen. De component ‘soortenrijkdom’ wordt soms gecombineerd gerecontextualiseerd met de component ‘ruimte’ of ‘gebied’, waarbij de componenten ‘abundantie’ en ‘tijd’ buiten beschouwing blijven. Het concept biodiversiteit betekent dan ‘aantal soorten per gebied’, een vereenvoudigde versie van het concept biodiversiteit.

- In H4b wordt bij alle vragen vaker gerecontextualiseerd dan in H4a.

- Evenals de verdeling over de componenten is de verdeling van het aantal recontextualiseringen over de vragen in beide klassen gelijk. In antwoord op vraag 1c is het vaakst gerecontextualiseerd en zijn alle componenten vier tot elf maal gerecontextualiseerd.

- Bij vraag 2d worden de minste aanwijzingen gegeven over de toepassing van het concept biodiversiteit. Deze vraag heeft tot de minste recontextualiseringen geleid. Bij vraag 3c worden meer aanwijzingen gegeven en is ook de frequentie van het aantal recontextualiseringen van componenten van de werkdefinitie hoger. In beide klassen is hetzelfde patroon waarneembaar.

Tabel 7.4 geeft een beeld van de verdeling over de relevante toetsvragen van de door de leerlingen gerealiseerde recontextualiseringen van de componenten van de werkdefinitie. Geconstateerd kan worden dat er verschillen zijn tussen de toetsvragen in het aantal recontextualiseringen dat leerlingen in hun antwoorden erop realiseren. Waarschijnlijk is het bij sommige vragen minder noodzakelijk om sommige componenten van de werkdefinitie te recontextualiseren. Met name vraag 2d geeft kennelijk vooral aanleiding tot het recontextualiseren van de component ‘soortenrijkdom’, terwijl vraag 1c van alle vijf vragen de meeste aanleiding lijkt te geven voor het recontextualiseren van de component ‘abundantie’, maar ook voor het recontextualiseren van de andere componenten.

Tegen deze achtergrond worden in antwoord op de onderzoeksvragen in tabel 7.5 per leerling de frequenties van het aantal recontextualiseringen van componenten weergegeven en het aantal componenten dat elke leerlingen heeft gerecontextualiseerd.

De meest opvallende resultaten van de frequentieanalyse zijn de volgende.

- In beide klassen recontextualiseren 8 van de 15 leerlingen elke component van de werkdefinitie minimaal een keer, blijkt uit Tabel 7.5. Het merendeel van de leerlingen kan dus alle componenten van de werkdefinitie recontextualiseren en heeft dus de leerdoelen L 3.6 en L 3.7 gerealiseerd. Dit wil overigens niet zeggen dat zij alle componenten recontextualiseren bij het beantwoorden van één vraag, zoals Alies in het voorbeeld hierboven.

Tabel 7.5 ***Aantal recontextualiseringen per leerling per component*** voor de vijf relevante vragen 1b, 1c, 1d, 2d en 3c te samen. N_{H4a} = 15, N_{H4b} = 15, alle leerlingen hebben de toets gemaakt. De resultaten zijn geordend naar frequentie van hoog naar laag. Legenda kolommen: S = soortenrijkdom, A = abundantie, R = ruimte, T = tijd, Freq. = frequentie = totaal aantal recontextualiseringen, Comp. = aantal gerecontextualiseerde componenten. In de onderste rij is voor elke klas het totaal aantal recontextualiseringen per component en het totaal aantal recontextualiseringen weergegeven.

H4a N=15	S	A	R	T	Freq.	Comp.
Melvin	3	1	3	1	8	4
Roos	3	1	3	1	8	4
Ans	2	1	3	1	7	4
Lisa	3	2	1	1	7	4
Ralf	2	1	1	2	6	4
Michiel	1	1	2	1	5	4
Vivian	1	1	2	1	5	4
Hanna	1	1	1	1	4	4
Mats	2	0	2	0	4	2
Ruurd	1	1	1	0	3	3
Imre	0	1	1	1	3	3
Teun	0	1	0	0	1	1
Elke	0	0	0	0	0	0
Mieke	0	0	0	0	0	0
Sophie	0	0	0	0	0	0
Totaal	19	12	20	10	**61**	

H4b N=15	S	A	R	T	Freq.	Comp.
Alies	5	1	5	4	15	4
Marrit	4	3	3	3	13	4
Danique	4	1	5	2	12	4
Dax	4	3	4	1	12	4
Cora	3	1	2	1	7	4
Eveline	2	3	1	0	6	3
Annet	4	0	2	0	6	2
Karlijn	1	1	1	2	5	4
Tijmen	2	0	1	2	5	3
Bert	1	1	1	1	4	4
Dirk	1	0	2	1	4	3
Rolf	1	0	1	2	4	3
Anke	1	0	1	0	2	2
Klaas	0	0	2	0	2	1
Joris	0	1	0	0	1	1
Totaal	33	15	31	19	**98**	

- In H4a hebben drie leerlingen (Elke, Mieke en Sophie) geen enkele component gerecontextualiseerd. Deze leerlingen konden de werkdefinitie wel reproduceren, maar hebben niet laten zien dat zij de werkdefinitie konden toepassen bij het beantwoorden van de vragen door de componenten te recontextualiseren. In H4b hebben alle leerlingen een of meer componenten gerecontextualiseerd. Slechts één leerling heeft één component gerecontextualiseerd, namelijk de component 'ruimte' (Klaas), de andere veertien hebben in elk geval 'soortenrijkdom' en 'ruimte' (2 leerlingen) of meer componenten kunnen recontextualiseren en toepassen bij het beantwoorden van de vragen.

- De meeste leerlingen die drie in plaats van vier componenten recontextualiseren, recontextualiseren 'abundantie' niet. Ook de vier leerlingen in H4b die de componenten het meest frequent recontextualiseren, recontextualiseren 'abundantie' verreweg het minst frequent. Dit zijn aanwijzingen dat de component 'abundantie' a) mogelijk moeilijker te begrijpen is voor de leerlingen dan de andere drie componenten, en/of b) mogelijk meer aandacht verdient in de definitieve versie van de OLS, en/of c) mogelijk meer aandacht verdient in een volgende versie van de toets.

- Over de component 'tijd' wordt door sommige leerlingen als enige component niet gerecontextualiseerd. Leerlingen die slechts twee componenten recontextualiseren, recontextualiseren alleen de componenten 'soortenrijkdom' en 'ruimte'.

- Het lijkt erop dat leerlingen bij een aantal vragen een vereenvoudigde versie van de werkdefinitie van het concept biodiversiteit recontextualiseren: het aantal soorten in een gebied, en daarbij 'abundantie' en 'tijd' buiten beschouwing laten.

- In H4b recontextualiseren de leerlingen frequenter dan in H4a.

In de volgende paragraaf (7.5) worden op grond van de protocolanalyse en de toetsresultaten de uitvoering en effectiviteit van de OLA's en de effectiviteit van OLS 3 geëvalueerd. Hieruit worden vervolgens mogelijke verklaringen voor de toetsresultaten, dat wil zeggen het gemeten leereffect, afgeleid. Verklaringen van de resultaten op de toets worden daarnaast gezocht in de effectiviteit van de toets als instrument om te meten hoe goed de leerlingen het concept biodiversiteit hebben leren meten.

7.5 Conclusies en aanpassingen

In deze paragraaf worden de conclusies van de evaluatie van OLS 3 besproken. Eerst worden de uitvoering en de effectiviteit van de afzonderlijke OLA's uitgewerkt in een overzichtelijke tabel en besproken, daarna wordt de effectiviteit van de sequentie van OLA's besproken, de OLS. Tot slot van hoofdstuk 7 wordt gereflecteerd op de effectiviteit van de toets. De conclusies en aanpassingen resulteren in de definitieve OLS, die in hoofdstuk 8 geformuleerd wordt als conclusie van het ontwikkelingsonderzoek.

7.5.1 Conclusies met betrekking tot de uitvoerbaarheid en 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 3.

Uitvoering van voldoende kwaliteit is voorwaardelijk voor het bepalen van de effectiviteit van de OLA's. In Tabel 7.6 op de volgende pagina's zijn de conclusies ten aanzien van de uitvoering en effectiviteit van de afzonderlijke OLA's van OLS 3 samengevat. In deze tabel worden de kwaliteit van de uitvoering en de mate waarin het beoogde effect is bereikt, aangeven op een schaal van onvoldoende tot goed; zie ook hoofdstuk 6, Tabel 6.10.

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 t.a.v. 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.

Conclusies per werkvorm

Hieronder zijn per type OLA de belangrijkste observaties en conclusies samengevat. Alle nummers verwijzen naar OLA's.

Individueel werk

OLA's 3.4 en 3.8b waren de enige activiteiten die individueel moesten worden uitgevoerd. Beide activiteiten bestonden uit huiswerkopdrachten. OLA 3.8b was onderdeel van de opdrachten bij Ordening en stond los van de ontwikkeling van het concept biodiversiteit. Alleen 3.4 heeft bijgedragen aan de ontwikkeling van het concept biodiversiteit en het leren recontextualiseren. Dit betekent dat er relatief weinig individueel is geoefend met het recontextualiseren van het concept biodiversiteit, hoewel de toets individueel moest worden gemaakt. Uit de werkbladen van de leerlingen en de bespreking van 3.4 in les 4 (3.9) blijkt dat 3.4 in elk geval goed is uitgevoerd, waardoor de meeste leerlingen vóór les 4 over de betekenis van het concept biodiversiteit hadden

Tabel 7.6 ***Uitgevoerd curriculum per onderwijsleeractiviteit (OLA).*** Kolom 4 'Beoogd effect' verwijs naar de leerdoelen in de tabellen 6.2 en 6.4. Leerdoelen zijn steeds aangeven met L2.1 (leerdoel 1 van de 2e lessenreeks). CBD = (het) concept biodiversiteit. Wb = werkblad. De beoordelingen 'onvoldoende', 'matig', 'voldoende', 'ruim voldoende' en 'goed' (5-puntsschaal) worden nader toegelicht in de tekst.

Activiteit	Lesmateriaal	Omschrijving	Uitvoering
OLA 3.1	Wb Natuurw.onderz.: vraag a en b over het concept 'natuur' n.a.v. de dia's.	Klassikaal, individueel: docent laat dia's zien, leerlingen noteren antwoorden bij vraag a en b.	Goed
OLA 3.2	Wb Natuurw.onderz.: vraag c en d over het concept 'natuur' n.a.v. de dia's.	Groepswerk: leerlingen, noteren antwoorden bij vraag c en d, tijdens overleg in groepen.	Goed
OLA 3.3	Wb Natuurw.onderz.: groepswerk wordt besproken.	Klassikaal: olg over de bevindingen van de groepen, overeenkomsten en verschillen in de antwoorden op vraag c en d.	Goed
OLA 3.4	Wb huiswerk: vragen a t/m c. Voorbeelden CBD als 'index', 'bron' en 'natuur', zes uitspraken.	Individueel: huiswerk: vragen maken over de voorbeelden en uitspraken. Bespreken: OLA 3.9.	Goed
OLA 3.5	Geen.	Klassikaal: inleiding practicum docent recapituleert vorige les en geeft instructie voor practicum.	Variërend
OLA 3.6	Wb Practicum.	Duo's: eerste preparaat en wb, leerlingen volgen de instructies op het werkblad en werken samen.	Goed
OLA 3.7	Wb De Vier Rijken.	Duo's: opdracht over de kenmerken van de vier Rijken, leerlingen werken samen.	Goed
OLA 3.8a	Wb Practicum.	Duo's: tweede preparaat en wb, leerlingen volgen de instructies op het werkblad en werken samen.	Goed
OLA 3.8b	Wb Overeenkomsten en verschillen.	Individueel: huiswerk, vragen a t/m g, reflectie op het practicum.	Goed

Beoogd effect	Bereikt effect	Toelichting en mogelijke verklaringen
OLA 3.2 L 3.1	Matig	Beide docenten hebben het scenario goed uitgevoerd. De foto's roepen bij leerlingen een tegenstelling op tussen natuur en menselijke invloed. Het werkblad stelt de waarde van natuur niet expliciet aan de orde. Verscheidenheid als waarde of kwaliteit komt daardoor niet ter sprake.
OLA 3.3 L 3.1	Voldoende	De leerlingen bespreken hun antwoorden bij a en b goed. Dit geeft voldoende gespreksstof voor het onderwijsleergesprek. Het werkblad lijkt meer het gesprek over natuurbeelden te stimuleren dan over natuurwaarden. De foto's leiden niet tot een gesprek over 'verscheidenheid'.
L 3.1	Matig	De voorbeelden 'postzegelverzameling', 'volksgezondheid', 'gezonde economie' helpen de docent onvoldoende om verscheidenheid alsnog onderwerp van het onderwijsleergesprek te laten zijn. Visserij en zuurstof worden genoemd. De vraagstelling wordt voornamelijk ingeleid door de docent.
OLA 3.9 L 3.3	Voldoende	Het huiswerk is opgegeven in les 1 en kort toegelicht. De werkbladen zijn serieus en vaak goed ingevuld. Er is een vrij grote spreiding in de antwoorden. De voorbeelden hebben waarschijnlijk meer toelichting nodig. De concepten biodiversiteit als 'index', 'bron' en 'natuur' worden later in de dialogen nog gehanteerd.
OLA 3.6 L 3.2	Matig	Docent[a] blikt niet terug op de vorige les en geeft korte instructie bij het practicum. De korte instructie is voldoende, omdat de werkbladen veel aanwijzingen geven. Docent[b] blikt wel terug en vergelijkt biodiversiteit met een verzameling. De bijdrage hiervan aan de ontwikkeling van de werkdefinitie van het concept biodiversiteit is moeilijk vast te stellen.
L 3.2	Geen	Deze OLA blijkt geen effect te hebben op het leren recontextualiseren van het concept biodiversiteit.
L 3.2	Geen	Deze OLA blijkt geen effect te hebben op het leren recontextualiseren van het concept biodiversiteit. De verklaring daarvoor is waarschijnlijk dat het concept soort in de taxonomische betekenis geen betekeniscomponent is van het concept biodiversiteit als 'index'.
L 3.2	Geen	Deze OLA blijkt geen effect te hebben op het leren recontextualiseren van het concept biodiversiteit.
L 3.2	Geen	Deze OLA blijkt geen effect te hebben op het leren recontextualiseren van het concept biodiversiteit.

Tabel 7.6 Vervolg

Activiteit	Lesmateriaal	Omschrijving	Uitvoering
OLA 3.9	Wb huiswerk: vragen over de voorbeelden van CBD als 'index', 'bron' en 'natuur', en de zes uitspraken worden besproken. Wb Overeenkomsten en verschillen: wordt besproken.	Klassikaal: bespreken huiswerk: OLA 3.4 en 3.8b.	Variërend matig tot ruim voldoende
OLA 3.10	Wb Ordening van de biodiversiteit: vragen a t/m d over ordening en verwantschap.	Duo's: samenwerken bij het maken van de werkbladen.	Goed
OLA 3.11	Wb Ordening van de biodiversiteit: vragen over ordening en verwantschap worden besproken.	Klassikaal: olg over CBD als 'verscheidenheid' in de taxonomische betekenis, zonder de componenten ruimte en tijd.	Goed
OLA 3.12	Wb Vogeldiversiteit I.	Duo's en groepswerk: jigsawmethode in groepen van 2 x 1 duo; groepen A-A en B-B; leerlingen maken opdrachten van Wb'en A1 en A2 over kaart en tabel vogeltellingen.	Variërend
OLA 3.13	Wb Vogeldiversiteit II.	Duo's en groepswerk: jigsawmethode, alle groepen A-B na wisselen tweetallen, leerlingen maken opdrachten van Wb B, combineren van informatie groepen A en B.	Variërend
OLA 3.14	Wb Vogeldiversiteit worden besproken.	Klassikaal: reflectie onder begeleiding van de docent. Werkdefinitie wordt geformuleerd.	Ruim voldoende tot goed
OLA 3.15	Wb Interwad.	Duo's: opdrachten met behulp van Wb en website Interwad.	Variërend
OLA 3.16	Wb Interwad wordt besproken.	Klassikaal: bespreken internetopdracht en vragenrondje, laatste vragen voor de toets.	Niet uitgevoerd.
OLA 3.17	Toets.	Individuele schriftelijke toets.	Goed

Beoogd effect	Bereikt effect	Toelichting en mogelijke verklaringen
L 3.3	Variërend matig tot ruim voldoende	Docent[a] bespreekt het huiswerk (OLA 3.4) wel, maar houdt het kort en gaat niet in op de vraag hoe je de verschillende betekenissen van het concept biodiversiteit als 'bron', 'natuur' of 'index' kunt herkennen in een tekst. Docent[b] bespreekt het huiswerk uitvoeriger en gaat wel in op de betekeniscriteria, echter per uitspraak, waardoor de betekeniscriteria per betekenis waarschijnlijk niet scherp worden. Bespreken per betekenis zou een verbetering kunnen zijn. De opdracht lijkt relevant voor de OLS en zou kunnen worden uitgebreid.
OLA 3.11 L 3.4	Geen, neutraal	Deze OLA blijkt geen effect te hebben op het leren recontextualiseren van het concept biodiversiteit.
L 3.4	Geen, neutraal	Opdracht wordt klassikaal besproken. Het concept biodiversiteit komt daarbij niet aan de orde. Taxonomie van de mens, de chimpansee en de kat wordt vergeleken. Hierbij wordt de theorie uit de biologiemethode *Biologie voor jou* gehanteerd.
OLA 3.13 L 3.5	Ruim voldoende	Veel componenten worden genoemd in de dialogen. De verschillen in de uitvoering tussen de groepen zijn groot in beide klassen.
OLA 3.14 L 3.5	Voldoende	Een aantal leerlingen ontdekt de ontbrekende componenten door het voorbeeld 'vogeldiversiteit' en de werkvorm, de jigsawmethode. De verschillen in de uitvoering tussen de groepen zijn groot in beide klassen.
L 3.5	Ruim voldoende tot goed	De component 'abundantie' komt in H4b niet op het bord, maar de definitie wordt in de volgende les aangevuld door de docent.
OLA 3.16 L 3.6	Matig	De opdrachten geven te weinig sturing. Uit de dialogen blijkt dat de leerlingen niet veel oefenen met recontextualiseren.
L 3.6	Geen	OLA niet uitgevoerd.
L 3.7	Kwalitatief goed, kwantitatief matig	In beide klassen slagen 8 van de 15 leerlingen erin alle componenten van de werkdefinitie van het concept biodiversiteit te recontextualiseren. In H4b voeren 4 van de 15 leerlingen meer dan 60% van het maximale aantal recontextualiseringen uit.

nagedacht. In de praktijk hebben sommige leerlingen ook bij 3.15 individueel gewerkt, doordat zij een taakverdeling maakten.

Groepswerk met dialoog
Het practicum 3.2, 3.6 en 3.7 opdracht *Vogeldiversiteit* volgens de jigsawmethode 3.8a, 3.10, 3.12 en 3.13 en de internetopdracht 3.15 zijn grotendeels in duo's of groepen van vier uitgevoerd. Er is dus veel in groepen gewerkt. Geconstateerd kan worden dat de groepsopdrachten die met behulp van werkbladen werden gegeven, veel dialoog tot gevolg hadden. Veelal de beoogde dialoog, echter ook vaak gepraat over allerlei andere zaken. De mate waarin leerlingen elkaar hebben afgeleid van de opdrachten verschilde per groep.

Hoewel uit de protocolanalyse is gebleken dat de leerlingen zelf met oplossingen komen en stap voor stap de componenten van de werkdefinitie ontwikkelen, geven zij zelf vaak aan dat zij niet begrijpen wat de bedoeling is van de opdrachten. Vraag b) van het tweede deel van de opdracht Vogeldiversiteit (3.13) laat dit duidelijk zien: de leerlingen beschouwen de vraag wat het concept biodiversiteit zou kunnen betekenen als een vraag over een nieuw onderwerp dat voor hen kennelijk los staat van hun antwoord op vraag a) die alle 'ingrediënten' van de werkdefinitie al bevat. Het doel van de opdrachten wordt meestal bij de klassikale reflectie met hulp van de docent pas duidelijk voor de meeste leerlingen. Mogelijk is de probleemstructuur nog onvoldoende probleemstellend en worden de vragen nog te veel aangegeven door de docent in plaats van door de leerlingen zelf. Dit vermoeden wordt versterkt door de beperkte rol die is weggelegd voor sommige onderwerpen die de leerlingen zelf inbrengen. Bijvoorbeeld de concepten *dichtheid*, *indicatorsoort* en *zeldzame soort* zijn relevant voor het meten van de biodiversiteit in het Waddengebied en passen dus goed in de context van de opdracht *Vogeldiversiteit*, maar niet in de probleemstructuur van de OLS. Op grond van deze observatie kan de aanbeveling worden gedaan om de definitieve versie van de OLS meer te laten aansluiten bij de biologiemethode. Er kan meer tijd worden gereserveerd om de ecologisch concepten die de leerlingen hebben leren hanteren met behulp van de biologiemethode aan bod te laten komen in de groepsgesprekken en klassikale reflecties.

Klassikale reflectie
In klassikale onderwijsleergesprekken werd gereflecteerd op huiswerk en groepswerk. Zes OLA's, namelijk 3.1, 3.3, 3.5, 3.9, 3.11, 3.14 waren zulke klassikale reflectiemomenten. Na de internetopdracht (3.15) was een klassikale reflectie gepland (3.16), maar deze activiteit werd niet uitgevoerd, hoewel dat vlak voor de toets als belangrijk kan worden beschouwd en waarschijnlijk bij een aantal leerlingen tot betere resultaten geleid zou kunnen hebben. Klassikale reflectie is een belangrijk onderdeel van OLS 3. De klassikale reflectie dient als *vangnet*, samen met het inleiden, instructie geven, rondlopen en individueel helpen door de docent. Sommige leerlingen komen zelfstandig, individueel dan wel samenwerkend tot oplossingen. Hoewel zij vaak nog een 'akkoord' van de docent nodig hebben, ter bevestiging, hebben zij niet zoals andere leerlingen de docent nodig om tot oplossingen te komen of de stap in elk geval uitgelegd te krijgen. Dit zijn de aangevers in zowel het groepswerk als de klassikale besprekingen.

In de derde casestudie was de lesplanning vaak krapper dan in de tweede casestudie, waardoor de klassikale reflectie soms minder goed uitgevoerd werd dan de overige activiteiten (3.9 in H4a), soms geheel niet (3.16). Docent[b] hield zich bij de klassikale reflectie meestal beter aan het scenario dan docent[a], die meer improviseerde. Soms geeft het scenario te weinig aanwijzingen voor de uitvoering van de klassikale activiteit (3.3, 3.5). De klassikale reflectie is effectief wanneer de docent vragen stelt met het doel van de activiteit helder voor ogen, bijvoorbeeld: er moet een werkdefinitie van het concept biodiversiteit op het bord komen die uit de vier componenten bestaat die de leerlingen hebben ontwikkeld aan de hand van de voorgaande opdrachten.

7.5.2 Conclusies met betrekking tot de effectiviteit van de OLS

Is OLS 3 een uitvoerbare en effectieve strategie voor het leren recontextualiseren van het concept biodiversiteit in 4 havo?

De conclusie luidt: ja, OLS 3 is inderdaad uitvoerbaar en effectief. Evenals in de vorige casestudie in 6 vwo het geval was, hebben alle leerlingen in deze casestudie de leerdoelen ten dele bereikt. In beide klassen waren 8 van de 15 leerlingen in staat om alle componenten van de werkdefinitie van het concept biodiversiteit te recontextualiseren. De component 'abundantie' wordt door veel meer leerlingen dan in de vorige ronde gerecontextualiseerd op de toets. In dit opzicht is OLS 3 effectiever dan OLS 2.

Ruimte voor verbetering is er echter ook. Leerlingen laten nog wel veel mogelijkheden om te recontextualiseren liggen. Slechts 4 van de 30 leerlingen hebben 55% of meer van de mogelijkheden om te recontextualiseren benut. Deze leerlingen zaten alle vier in H4b.

Effectiviteit met betrekking tot de ontwikkeling van de werkdefinitie

In de derde casestudie is een poging gedaan om naar aanleiding van de conclusies van de tweede ronde de taxonomische context, waarbinnen de activiteiten 3.5 t/m 3.8 het practicum en 3.10 en 3.11 opdrachten over ordening werden uitgevoerd, meer te laten corresponderen met de authentieke handelingspraktijk. De nieuwe OLA's droegen echter niet bij aan de ontwikkeling van het concept biodiversiteit. De component 'soortenrijkdom' wordt in de taxonomie niet gehanteerd als component van het concept biodiversiteit. Vraag (b) in de probleemstructuur "Hoe ziet biodiversiteit als 'taxonomische verscheidenheid' eruit?" (p.13), is daarom geen adequate uitwerking van de authentieke handelingspraktijk. De OLA's binnen de onderwijsleercontext taxonomie waren weliswaar zinvol als toelichting op het hoofdstuk Ordening van *Biologie voor jou*, maar 'soortenrijkdom' wordt in de onderwijsleercontext taxonomie ook door de leerlingen niet als component van het concept biodiversiteit gehanteerd. Dit betekent dat de activiteiten met betrekking tot de begripsontwikkeling min of meer los staan van de activiteitenreeks waarin de werkdefinitie van het concept biodiversiteit door de leerlingen wordt ontwikkeld. Daardoor ontwikkelen de leerlingen 'soortenrijkdom' niet als component van de werkdefinitie. Hoewel het specialiseren in Rijken is losgelaten en het concept biodiversiteit niet wordt gehanteerd, is ook voor het ontwikkelen van 'soortenrijkdom' *als component van het concept biodiversiteit* taxonomie niet geschikt als onderwijsleercontext.

De componenten van de werkdefinitie krijgen door de opdrachten in de ecologische context van het meten van de biodiversiteit van het Waddengebied betekenis voor de leerlingen. Voor het samenstellen van de werkdefinitie door het samenvoegen van die componenten, is hulp nodig van de docent tijdens het groepswerk en vooral tijdens de klassikale reflectie.

De derde casestudie ondersteunt de conclusie van de tweede casestudie dat contextwisselingen nodig zijn leerlingen te leren recontextualiseren. De resultaten onderstrepen bovendien hoe belangrijk het is voor de effectiviteit van een OLS voor het leren recontextualiseren dat de contextwisselingen, evenals de onderwijsleercontexten en onderwijsleeractiviteiten, worden afgeleid van authentieke handelingspraktijken.

Effectiviteit met betrekking tot recontextualiseren
OLS 3 heeft de meeste leerlingen succesvol leren recontextualiseren. In de derde casestudie is meer dan in de tweede gebruikgemaakt van schriftelijk materiaal. Leerlingen hebben de werkbladen verzameld in mapjes die konden worden geanalyseerd. De werkbladen zijn goed ingevuld, hoewel niet beoordeeld kan worden welke leerlingen de initiatieven namen en welke leerlingen de antwoorden hebben overgenomen zonder deze zelf te begrijpen. Op groepsniveau vormen de werkmapjes een aanvulling op de protocol-analyse. Hiervan is in de evaluatie van OLS 3 in dit hoofdstuk veelvuldig gebruikgemaakt. Schriftelijk recontextualiseren doen de leerlingen echter pas op de toets. In een vervolgstudie zou meer op papier geoefend en geëvalueerd kunnen worden met recontextualiseren.

Effectiviteit met betrekking tot het recontextualiseren op de toets
OLS 3 is erin geslaagd 27 van de 30 leerlingen te laten recontextualiseren op de toets. Als leerlingen door OLS 3 beter leren recontextualiseren dan door OLS 2, zouden de leerlingen in de derde casestudie beter resultaten moeten behalen dan de leerlingen in de tweede casestudie, mits alle overige factoren gelijk zouden zijn. Een vergelijking tussen de toetsresultaten van de tweede en derde casestudie is echter niet eenvoudig te maken. De vergelijking wordt bemoeilijkt doordat de OLS en de toets in de tweede casestudie zijn aangepast aan 6 vwo en in de derde casestudie aan 4 havo. Om te bepalen of OLS 3 tot betere resultaten op de toets heeft geleid dan OLS 2, moet eerst beredeneerd worden dat zowel de OLS als de toets in beide casestudies in vergelijkbare mate waren aangepast aan het gemiddelde niveau van de leerlingen.

Ten eerste verschillen de opdrachten in beide toetsen. In de derde casestudie bestonden de opdrachten uit vragen bij bronnen. De vragen stuurden de antwoorden van de leerlingen in meer of mindere mate in de richting van recontextualiseren. In de tweede casestudie daarentegen werd van de leerlingen kritisch commentaar verwacht op een achtergrondartikel uit een gerenommeerde krant. Deze opdrachten hadden een meer open karakter en waren minder sturend. De leerlingen in de tweede casestudie moeten meer denkstappen zelfstandig maken ten opzichte van de leerlingen in de derde casestudie.

Ten tweede is in de derde casestudie de gekozen onderwijsleercontext voor de laatste les en de toets minder complex dan in de tweede casestudie. Deze context is ingeperkt tot het meten van biodiversiteit in het Waddengebied, terwijl het meten van biodiversiteit in de tweede casestudie

onderdeel was van een bredere context, namelijk advies uitbrengen over de voordelen en nadelen van gasboringen in het gebied. Hoewel van 4 havo-leerlingen verwacht mag worden dat zij minder snel en gemakkelijk leren recontextualiseren dan 6 vwo-leerlingen, recontextualiseren de leerlingen in de derde casestudie meer dan in de tweede ronde, gemeten naar de norm voor de desbetreffende toetsen. De 6 vwo'er die het meeste recontextualiseert vergeleken met de 4 havo-leerling die het meeste recontextualiseert, doet dit echter zelfstandiger, zet meer denkstappen en kan beter reflecteren op wat hij doet. Tot slot is er evenals in 6 vwo een grote spreiding in de klas. In H4b is de spreiding het grootst, omdat sommige leerlingen in die klas boven de 60% scoren met betrekking tot recontextualiseren, terwijl er in H4b ook leerlingen zijn die weinig hebben begrepen van de lessen.

Reflecties met betrekking tot de resultaten op de toets
De resultaten op de toets kunnen niet geheel worden toegeschreven aan de effectiviteit van de OLS. In hoofdstuk 2 is nader ingegaan op validiteit en betrouwbaarheid van de gebruikte toetsen in de tweede en derde casestudie als meetinstrument voor het leerrendement van de OLS. Hieronder wordt naar aanleiding van de resultaten een aantal beperkingen van de toets aangegeven voor de evaluatie van de OLS.

Waardoor recontextualiseren de leerlingen niet bij alle vragen alle componenten van de werkdefinitie?

Tabel 7.4 en 7.5 hierboven laten zien dat de toetsvragen waarschijnlijk niet in gelijke mate oproepen tot het recontextualiseren van de vier componenten. Leerlingen die bij de ene vraag wel alle componenten recontextualiseren, doen dat bij andere vragen niet. Een systematischer ontwerp en een pre-test zouden een evenwichter toets kunnen opleveren.

Waardoor recontextualiseren vier leerlingen in meer dan 60% van de mogelijke gevallen dat een component van de werkdefinitie gerecontextualiseerd kan worden en doen de ander leerlingen dat in minder dan 50% van de mogelijk gevallen? Waardoor lukt het deze leerlingen wel om relatief vaak te recontextualiseren?

Er is geen zicht op de verdeling van sterkere en zwakkere leerlingen in de klassen. In elk bovenbouwcluster biologie is variatie te vinden waardoor spreiding in de resultaten op elke toets zal optreden. Aan de hand van de cijfers voor biologie en eventueel andere vakken zou een analyse gemaakt kunnen worden van welke leerlingen hogere of lagere resultaten verwacht zouden kunnen worden. In de tweede casestudie zijn de verwachtingen wel ter sprake gekomen in gesprek met de docent. Van sommige leerlingen vielen de resultaten tegen. Dit perspectief is echter niet systematisch onderzocht. In de derde casestudie is evenmin te achterhalen welke leerlingen onder of boven hun capaciteit hebben gepresteerd.

Is het verschil in recontextualiseringen per component in de toetsresultaten te verklaren door de effectiviteit van OLS of door effectiviteit van de toetsvragen?

Deze vraag is moeilijk te beantwoorden doordat de toets van de derde casestudie niet gelijk is aan de toets van de tweede casestudie.

De toets is voor H4a gelijk aan die van H4b. In beide klassen zijn vergelijkbare patronen gevonden, maar in beide klassen is OLS 3 ook op een vergelijkbare manier uitgevoerd. Er is geen sprake van een casestudie tussen de uitvoering van de OLS in H4a en H4b. Binnen de derde casestudie is op basis van de protocolanalyse een mogelijke verklaring te geven voor de betere resultaten op de toets in H4b. Hieruit blijkt namelijk dat docent[b] dichterbij het scenario is gebleven dan docent[a]. Docent[b] heeft zich nauwkeuriger aan de ontwikkeling van de werkdefinitie gehouden en daar vaker met de leerlingen op gereflecteerd, hoewel de component 'abundatie' in eerste instantie in H4b minder duidelijk op het bord heeft gestaan bij het klassikaal formuleren van de werkdefinitie. Dit is in de les daarna hersteld, maar is mogelijk in de antwoorden op vraag 1a terug te vinden. De gereproduceerde werkdefinities bevatten in H4a immers voor 93% alle componenten en in H4b voor 73%. Echter, de component 'abundantie' wordt in H4b even vaak gerecontextualiseerd als in H4a, en de andere componenten vaker. Er is geen rechtlijnig verband tussen reproduceren en recontextualiseren. De conclusie is eerder gerechtvaardigd dat de leerling van H4b zich de werkdefinitie beter hebben eigengemaakt dan in H4a. De frequentie recontextualiseringen in H4b is in totaal veel hoger dan in H4a, terwijl in H4b meer leerlingen vaak recontextualiseren en minder leerlingen nooit recontextualiseren dan in H4a. Dit neemt niet weg dat H4b misschien het hele jaar al hogere resultaten behaalt voor biologie dan H4a.

7.5.3 Conclusies met betrekking tot de uitwerking van de ontwerpcriteria

In deze subparagraaf wordt de uitwerking van de ontwerpcriteria besproken. In de tweede casestudie werden de ontwerpcriteria aangevuld met de concept-contextbenadering (§ 6.5.3). De evaluatie van OLS 3 geeft geen aanleiding om de ontwerpcriteria aan te vullen of aan te passen. Wel zijn er nuanceverschillen in de uitwerking van de ontwerpcriteria in de derde casestudie ten opzichte van de tweede casestudie. Deze verschillen worden hieronder benoemd en toegelicht.

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 nemen in de derde casestudie vanaf les 1 een centrale plaats in.

OC 2: Natuur, natuurlijke hulpbron en index

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

De betekenissen van het concept biodiversiteit 'natuur' en 'natuurlijke hulpbron' zijn niet nodig om leerlingen het concept biodiversiteit als 'index' te leren recontextualiseren. In de derde casestudie leidde de betekenissen 'natuur' en 'natuurlijke hulpbron' bij sommige leerlingen tot verwarring. Het concept biodiversiteit komt in de huiswerkopdracht over de tekstfragmenten (OLA 3.4) aan de orde in de betekenis van 'natuur' en 'natuurlijke hulpbron'. Sommige leerlingen herinnerden zich in les 5 dat het concept biodiversiteit van alles kon betekenen, iets met 'natuur' of 'bron' en gingen terugzoeken in het lesmateriaal, terwijl zij de antwoorden op de vorige vragen alleen nog maar hoefden te combineren tot een werkdefinitie van het concept biodiversiteit als 'index'.

Soms is het echter noodzakelijk om het concept biodiversiteit te recontextualiseren op een ander niveau, namelijk wanneer gewisseld wordt tussen onderwijsleercontexten die ontleend zijn aan verschillende handelingspraktijken waarbinnen het concept biodiversiteit verschillende conceptuele kernen heeft. Het concept biodiversiteit als 'index' is een conceptuele kern, evenals 'natuur' en 'natuurlijke hulpbron'. De werkdefinitie van het concept biodiversiteit als 'index' kan op verschillende manieren worden ingevuld, maar de conceptuele kern blijft 'index' (zie ook hoofdstuk 3, § 3.2). De onderwijsleercontexten op de toets zijn ontleend aan dezelfde handelingspraktijk als de laatste les. Hoofdstuk 8 gaat hier dieper op in; zie in dit verband ook OC 6.

OC 3: de werkdefinitie
Leerlingen moeten de werkdefinitie van het concept biodiversiteit als 'index' leren gebruiken.

De toepassing van de werkdefinitie van het concept biodiversiteit in de betekenis van 'index' is voor leren recontextualiseren binnen de ecologische context van het meten van biodiversiteit in het Waddengebied een bruikbaar ontwerpcriterium. De werkdefinitie geeft zowel de docent als de leerlingen houvast bij het ontwikkelen van een concept van biodiversiteit dat wendbaar kan worden gehanteerd.

In de derde casestudie ligt veel nadruk op de componenten van de werkdefinitie, nog meer dan in de tweede casestudie. Er is meer aandacht besteed aan de werkdefinitie in de docentenhandleiding, om voor ondersteuning bij de begeleiding – het *vangnet* – te zorgen. De volgorde waarin de leerlingen de componenten ontwikkelen is verbeterd, maar lijkt nog niet uitontwikkeld.

Leerlingen zien snel dat biodiversiteit alle soorten in een bepaald gebied betreft. Het onderscheid tussen de componenten 'soortenrijkdom' en 'abundantie' vervolgens moeilijker om te ontwikkelen.

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 derde casestudie bevestigt de conclusies van de tweede casestudie ten aanzien van samenwerkend leren. Werkvormen voor samenwerkend leren, waaronder de jigsawmethode, geven leerlingen de mogelijkheid met elkaar in gesprek te gaan, waardoor zij hardop denken en elkaar aanvullen. Leerlingen wisselen daarbij tussen enerzijds het uitvoeren van de activiteit in een bepaalde context en anderzijds het bespreken van (de componenten van) het concept biodiversiteit in die context. Het toepassen van samenwerkend leren is een bruikbaar ontwerpcriterium gebleken. Echter, het individueel werken moet niet uit het oog worden verloren. In OLS 3 is mogelijk te weinig individueel en schriftelijk geoefend met het recontextualiseren van het concept biodiversiteit ter voorbereiding op de toets.

OC 5: de 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.

Bij de activiteiten waarbij de probleemstellende benadering goed is uitgewerkt en de betreffende OLA's goed zijn uitgevoerd, zij het met hulp van de docent (vanuit de probleemstellende benadering stellen de leerlingen bij voorkeur zelf de vragen), wordt de bruikbaarheid van dit criterium bevestigd. De uitvoering is voor verbetering vatbaar, waardoor naar verwachting de effectiviteit van een probleemstellende OLS voor het leren recontextualiseren van het concept biodiversiteit nog vergroot zou kunnen worden. Met andere woorden, meer leerlingen meer laten recontextualiseren zou bereikt kunnen worden door de toepassing van de probleemstellende benadering in de OLS te verbeteren.

OC 6: de 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.

Evenals in de tweede casestudie blijkt ook met aangepaste OLA's in de derde casestudie dat de taxonomische context niet adequaat is voor het ontwikkelen van het concept biodiversiteit. Voor het ontwerpen van effectieve contexten en contextwisselingen is het verband tussen de onderwijsleeractiviteit en de authentieke handelingspraktijk van wezenlijk belang. In hoofdstuk 8 zal deze conclusie in algemenere zin worden uitgewerkt aan de hand van het concept contextuele transpositie (Boersma, 2011, p.45-52); zie ook § 7.2 en § 7.3.1.

De inzichten dat a) de authentieke handelingspraktijk van de taxonomie geen aanknopingspunten biedt om vragen te stellen over het concept biodiversiteit, dat b) contextwisselingen en de probleemstellende benadering nauw samengaan, en c) contextwisseling ook kunnen plaatsvinden tussen onderwijsleercontexten die van dezelfde handelingspraktijk zijn afgeleid, leiden tot de veronderstelling dat de probleemstructuur van de OLS verbeterd kan worden in samenhang met een verbetering van de concept-contextstructuur.

7.6 Tot besluit

OLS 3 is beter uitvoerbaar en in zekere mate effectiever dan OLS 2. Binnen de geplande tijd is OLS 3 is grotendeels goed uitvoerbaar gebleken (Tabel 7.6) terwijl OLS 2 nog matig uitvoerbare OLA's bevatte. Het is aannemelijk dat met een relatief geringe hoeveelheid extra tijd, in de vorm van een extra les, OLS 3 geheel uitvoerbaar zal zijn. De internetopdracht zal met een halve les meer tijd beter uitgevoerd kunnen worden, waarna in de resterende extra tijd OLA 3.16 waarschijnlijk ook uitvoerbaar zal blijken te zijn. OLS 3 is *in zekere mate* effectiever gebleken dan OLS 2. Met name het inperken van de onderwijsleercontexten en het *vangnet* van klassikale reflecties hebben ervoor gezorgd dat evenveel 4 havo-leerlingen in de derde casestudie als 6 vwo-leerlingen in de tweede casestudie alle componenten van de werkdefinitie recontextualiseren, namelijk in beide casestudies iets meer dan de helft van het aantal leerlingen. In de derde casestudie behalen vier van de dertig leerlingen veel hogere resultaten op de toets dan de andere leerlingen. Dit kunnen leerlingen zijn met hogere capaciteiten of betere vaardigheden in bepaalde opzichten. In het onderzoek zijn hierover geen gegevens verzameld. Met name de resultaten van deze leerlingen laten echter zien dat leerlingen in 4 havo de vier componenten van de werkdefinitie van het concept biodiversiteit kunnen leren recontextualiseren, waardoor zij het concept biodiversiteit als 'index' volledig en op een flexibele manier kunnen toepassen bij het interpreteren van bronnen en het beantwoorden van vragen.

In hoofdstuk 8 wordt de definitieve versie van de OLS voor het recontextualiseren van het concept biodiversiteit gepresenteerd. Vervolgens wordt op de reikwijdte van de OLS gereflecteerd. De generaliseerbaarheid naar andere biologische concepten wordt geëxploreerd.

Hoofdstuk 8

Conclusies en aanbevelingen

Naar een praktische en relevante onderwijsleerstrategie voor het recontextualiseren van biologische concepten

8.1 Inleiding 306

8.2 Een uitvoerbare en effectieve OLS 308

8.3 Reikwijdte van recontextualiseren 320

8.4 Aanbevelingen voor een ontwikkelstrategie 322

8.5 Aanbevelingen voor een algemenere OLS 325

8.6 Consequenties voor biologieonderwijs en vervolgonderzoek 326

8.6.1 Biologieonderwijs 326

Differentiëren 327

Motivatie en keuzevrijheid 327

Actualiteit 328

Engagement en wetenschappelijke geletterdheid 328

8.6.2 Vervolgonderzoek 329

8.1 Inleiding

In de voorgaande hoofdstukken is de uitvoerbaarheid en effectiviteit van drie versies van de OLS voor het recontextualiseren van het concept biodiversiteit in de bovenbouw biologie havo en vwo in drie casestudies geëvalueerd. Na de eerste casestudie bleek dat de uitvoerbaarheid en de effectiviteit van OLS 1 niet optimaal was. Een verdiepende literatuurstudie en een uitbreiding van de ontwerpcriteria (OC's) was nodig om de OLS aan te passen. Hierbij werden de OC's beter uitgewerkt en werden contextwisselingen toegepast. Na de tweede casestudie bleek dat OLS 2 ruim voldoende uitvoerbaar en voldoende effectief was. De helft van de leerlingen (N=10) recontextualiseerde de vier componenten van de werkdefinitie op de toets. Er waren minder rigoureuze aanpassingen nodig dan na de eerste casestudie. Na de derde casestudie bleek dat ook OLS 3 ruim voldoende uitvoerbaar en voldoende effectief was. Een even groot deel van de leerlingen (N=30, twee klassen van 15 leerlingen) als in de tweede casestudie recontextualiseerde alle componenten van het concept biodiversiteit. De componenten 'soortenrijkdom' en 'ruimte' werden in beide klassen twee keer zo vaak gerecontextualiseerd als de componenten 'abundantie' en 'tijd'. Deze verschillen waren te verklaren door het ontwerp, omdat de uitvoering van de activiteiten over het algemeen ruim voldoende tot goed was. Een viertal leerlingen in dezelfde klas noteerde meer dan de helft van het maximaal aantal mogelijke recontextualiseringen. Hoewel er nuanceverschillen waren in de uitvoering van OLS 3 door de docenten, was een dergelijk verschil waarschijnlijk niet te verklaren door het ontwerp, maar door factoren die buiten het blikveld van het onderzoek vielen, zoals verschil in capaciteit tussen leerlingen en niveauverschillen tussen de klassen. Hiermee werd het punt in het ontwikkelingsonderzoek bereikt waarop een nieuwe casestudie waarschijnlijk geen nieuwe wetenschappelijke inzichten meer zou opleveren en een eindconclusie kon worden getrokken.

De onderzoeksvraag van dit onderzoek luidt als volgt:

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

In dit hoofdstuk wordt deze hoofdvraag beantwoord door middel van de presentatie van een uitvoerbare en effectieve onderwijsleerstrategie (OLS) voor het recontextualiseren van het concept biodiversiteit. De OLS wordt toegelicht aan de hand van de conclusies van het ontwikkelingsonderzoek. Aanpassingen die erop gericht zijn meer leerlingen meer te laten recontextualiseren, zijn verwerkt in de OLS. Dit deel van het hoofdstuk is vooral gericht op terugblikken op de evaluatie en het funderen van de OLS.

Het resterende deel van dit hoofdstuk is meer gericht op vooruitkijken en is daarom speculatiever van aard dan het eerst deel.

Boersma, Kamp, Van den Oever en Schalk (2010) beschrijven dat de CVBO een nieuw examenprogramma biologie heeft ontwikkeld om nieuwe doelen te bereiken in het biologieonderwijs. De nieuwe leerlijn biologie van 4 tot 18 jaar en het nieuwe examenprogramma,

op basis waarvan in het schooljaar 2014-2015 voor het eerst het examen havo kan worden afgelegd, gaat niet alleen om een herstructurering van de vakinhoud en een nieuwe didactiek. Er zijn andere biologische concepten en ruimte voor contexten in het examenprogramma opgenomen. De nieuwe doelen voor het biologieonderwijs zijn: meer actualiteit, meer relevantie en meer samenhang in de biologieonderwijs. Deze doelen zijn uiteraard pas bereikt zodra de *leerlingen* actualiteit, relevantie en samenhang in hun biologieonderwijs ervaren. Een van de adviezen van de commissie om deze doelen te bereiken is om het gebruik van de concept-contextbenadering te stimuleren. Biologische concepten en onderwijscontexten ontleend aan actuele handelingspraktijken vormen de kern van de voorstellen van de CVBO. De juiste keuze van biologische concepten en contexten kunnen het biologieonderwijs actuelere, relevanter en samenhangender maken voor leerlingen. De voorwaarde is wel dat docenten effectief met concepten en contexten kunnen omgaan en dat de leerlingen leren biologische concepten in nieuwe contexten te hanteren door te recontextualiseren. De vraag is of dat voor alle biologische concepten in het biologieonderwijs geldt, of alleen voor een deelverzameling daarvan, of misschien alleen voor concepten als biodiversiteit en dissimilatie (Wierdsma, 2012). Welke kenmerken die maken dat recontextualiseren relevant is, hebben concepten als biodiversiteit en dissimilatie gemeenschappelijk?

De OLS die in dit proefschrift is ontwikkeld voor het recontextualiseren van het concept biodiversiteit vindt haar oorsprong in de analyse van het concept biodiversiteit en de verschillende betekenissen ‘natuur’, ‘natuurlijke hulpbron’ en ‘index’ en de werkdefinitie van het concept biodiversiteit als ‘index’ die daaruit zijn voortgekomen; zie hoofdstuk 3. Niet het recontextualiseren stond voorop, maar het concept biodiversiteit. Dit concept bleek in de praktijk meerduidig en de in de ecologie veel gehanteerde betekenis van ‘index’ bleek complex. Contextwisselingen en recontextualiseren bleken gaandeweg het onderzoek middelen om het concept te leren hanteren zoals biologen dat in de praktijk doen, zodat het concept biodiversiteit voor de leerlingen een actuele en relevante betekenis krijgt, die samenhangt met andere actuele en relevante biologische kennis. De vraag die nu voorligt is of dit ook voor andere biologische concepten geldt. Welke biologische concepten kunnen met behulp van recontextualiseren actueler, relevanter en samenhangender worden voor leerlingen dan ze met behulp van andere didactiek zijn.

Op grond van een *analogieredenering* (2009; Smaling, 2003) wordt beargumenteerd welke kenmerken van het concept biodiversiteit en de voorgestelde OLS relevant zijn voor ander biologische concepten en voor welke biologische concepten recontextualiseren relevant is. Tot besluit worden aanbeveling gedaan voor biologieonderwijs en vervolgonderzoek. In dit hoofdstuk worden, in aansluiting op de beantwoording van de bovengenoemde hoofdvraag, op de volgende vragen voorlopige antwoorden geformuleerd.

Welke kenmerken van het concept biodiversiteit en de voorgestelde OLS voor het recontextualiseren van het concept biodiversiteit in de bovenbouw biologie van het havo en vwo kunnen praktisch relevant zijn voor andere biologische concepten?

Voor welke biologische concepten kan recontextualiseren volgens de voorgestelde OLS of bepaalde onderdelen of kenmerken daarvan praktisch relevant zijn?

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

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

8.2 Een uitvoerbare en effectieve OLS

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

De onderzoeksvraag luidt als volgt:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Tabel 8.1: Vervolg

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

Tabel 8.1: Vervolg

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

Tabel 8.1: Vervolg

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

Tabel 8.1: Vervolg

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

Tabel 8.1: Vervolg

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

Tabel 8.1: Vervolg

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

- De toets maakt vanaf het begin van de lessenreeks deel uit van de lessenreeks. De docent benadrukt tijdens de lessen wat de leerlingen precies moeten kennen en kunnen op de toets, door op geschikte momenten voorbeelden te geven. Recontextualiseren wordt expliciet geoefend en de twee instrumenten voor het recontextualiseren, dat wil zeggen ten eerste de drie betekenissen van het concept biodiversiteit 'natuur', 'natuurlijke hulpbron' en 'index' en ten tweede de werkdefinitie van het concept biodiversiteit als 'index' worden expliciet benoemd als hoofdzaak voor de toets.

- Toets sluit aan bij het niveau van de leerlingen door de stijl van de opdrachten en het aantal denkstappen dat de leerlingen zelfstandig moeten maken.

- De toets is bedoeld om te meten hoe goed de leerlingen het concept biodiversiteit op twee niveaus kunnen recontextualiseren: onderscheid maken tussen conceptuele kernen 'natuur', 'natuurlijke hulpbron' en 'index' bij opdrachten waar dat nodig is, en het recontextualiseren van de componenten van de werkdefinitie bij opdrachten die daarom vragen.

- De opdrachten zijn gerelateerd aan bronnen: verspreidingskaarten, tabellen en teksten. Hoewel de bronnen nieuwe kennis kunnen bevatten, zijn ze herkenbaar voor de leerlingen en relevant voor de onderwijsleercontext. De bronnen zijn voldoende actueel, vooral als dat de herkenbaarheid vergroot.

- De handelingspraktijk waaraan de onderwijsleercontext van de toets is ontleend, is gelijk aan die van de activiteit 'van wadlopen tot gaswinning' (OLA 14-18), maar de onderwijsleercontext is niet gelijk. De bronnen zijn nieuw, de leerlingen hebben bij het uitvoeren van de opdrachten een andere rol dan die van adviseur, namelijk die van commentator: kritische lezer en auteur. Met andere woorden, er wordt de leerling nu niet gevraagd een eigen argumentatie op te stellen, maar om als auteur commentaar te geven op de argumenten van een andere auteur. Bovendien wordt de toets individueel gemaakt. De leerling kan tijdens de toets niet zoals tijdens de lessen met een klasgenoot in gesprek om argumenten te bespreken en te ontwikkelen.

- De leerlingen hebben voldoende kennis van de handelingspraktijk 'het meten van biodiversiteit in het Waddengebied', en van de diverse maatschappelijke activiteiten die in het Waddengebied plaatsvinden die invloed hebben op de biodiversiteit, om de relevante aspecten van de onderwijsleercontext te kunnen begrijpen, de bronnen te kunnen interpreteren en de opdrachten te kunnen maken.

- Bronnen en opdrachten geven voldoende aanleiding om alle conceptuele kernen en alle componenten van de werkdefinitie te recontextualiseren. Dat kan per opdracht een van de conceptuele kernen of een specifieke component zijn, of allemaal. Voor alle leerjaren in de bovenbouw biologie voor zowel havo als vwo is er een opdracht bij waarin alle recontextualiseringen gerealiseerd moeten worden. Naarmate het niveau hoger is, is die opdracht complexer en wordt er minder naartoe opgebouwd door voorafgaande opdrachten. Van te voren wordt in kaart gebracht welke opdrachten tot welke recontextualiseringen kunnen leiden, zodat een evenwichtige verdeling kan worden gemaakt.

- Bespreken van de toets (OLA 20). Reflectie met de leerlingen op resultaten die zij op de toets hebben behaald in relatie tot de leerdoelen (Ld bij 19-20). Evenals bij de adviezen en de presentaties is het mogelijk om leerlingen werk van klasgenoten te laten beoordelen volgens de beoordelingssleutel.

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

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

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

8.3 Reikwijdte van recontextualiseren

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

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

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

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

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

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

- Het concept heeft een conceptuele kern met een complexe betekenis die bij nadere analyse uit verschillende componenten bestaat. De conceptuele kern wordt in verschillende handelingspraktijken in verschillende componenten uitgewerkt.
- Het concept is meerduidig doordat de verschillende componenten in verschillende contexten verschillende betekenissen hebben.

Recontextualiseren is mogelijk minder noodzakelijk voor concepten in specialistisch jargon. DNA betekent desoxyribonucleïnezuur en verwijst in elke handelingspraktijk naar dezelfde stof met dezelfde eigenschappen. Dit neemt niet weg dat er veel kennis nodig is om het concept DNA te begrijpen. Bijvoorbeeld forensisch onderzoek kan een motiverende onderwijsleercontext voor leerlingen opleveren om die kennis te vergaren. Het concept DNA zal in stappen worden ontwikkeld, maar recontextualiseren hoeft alleen als een contextwisseling een wisseling in de betekenis van het concept tot gevolg heeft.

Recontextualiseren kan bijdragen aan het kritisch leren beoordelen van wetenschappelijke informatie in de media. Bovendien zou recontextualiseren kunnen bijdragen aan het oplossen van een probleem waar het onderzoek naar natuurwetenschappelijk onderwijs al decennia mee worstelt, namelijk het transferprobleem. Recontextualiseren zou een sleutel kunnen zijn voor het leren toepassen van verworven kennis in een nieuwe context.

Verschillende onderzoekers hebben het belang van stapsgewijze ontwikkeling van biologische en andere natuurwetenschappelijke concepten benadrukt (Klaassen, 1995; Knippels, 2002; Westra, 2008; Wierdsma, 2012). Het belang van realistische (onderwijsleer-)contexten in het biologiedidactisch onderzoek en het biologieonderwijs wordt in verschillende publicaties aangegeven (Boersma, 2011; Boersma, 2001; Boersma et al., 2005; Boersma, Kamp, Van den Oever, & Schalk, 2010; Van Weelie, Boersma, Margadant-van Arcken, & Van der Meij, 2002; Van Weelie, 2001; Wierdsma, 2012). In de wiskundedidactiek bestaat er al langer een traditie in dit veld, geïnitieerd door Freudenthal en voortgezet door anderen (Forman, Larreamendy-Joerns, Stein, & Brown, 1998; Freudenthal, 1991; Gravemeijer, 1994). Desondanks is er nog te weinig verband tussen de diverse onderzoeken om het transferprobleem systematisch aan te pakken en er is nog te weinig onderzoek voor een zinvolle metastudie.

Het onderzoek van Wierdsma (2012) en het hier besproken onderzoek laten zien dat leerlingen door een biologisch concept te leren recontextualiseren het concept flexibel kunnen hanteren in verschillende contexten. Voor de concepten ‘dissimilatie’ en ‘biodiversiteit’, beide concepten in het nieuwe examenprogramma biologie havo en vwo, is dus een theoretisch onderbouwde praktisch uitvoerbare en effectieve oplossing voor het transferprobleem gevonden. Het ontwikkelen van nieuwe Onderwijsleerstrategieën voor het recontextualiseren van biologische concepten moet daarom worden ingezet om het transferprobleem aan te pakken. Daarnaast zijn strategieën voor recontextualiseren nodig, omdat de nieuwe examens biologie havo en vwo aan leerlingen vragen om biologische concepten in nieuwe contexten toe te passen. Leerlingen moeten daarom biologische concepten leren recontextualiseren en ermee oefenen (Boersma, Kamp, Van den Oever, & Schalk, 2010).

Boersma (2011) geeft richtlijnen voor het ontwikkelen van biologieonderwijs op basis van de concept-contextbenadering. Hieronder is samengevat welke elementen van de voorgestelde OLS voor het recontextualiseren van het concept biodiversiteit voldoende beproefd zijn en vermoedelijk kunnen bijdragen aan het ontwikkelen van nieuw biologieonderwijs. Het ontwikkelen van biologieonderwijs vanuit de concept-contextbenadering zal tevens deel uitmaken van toekomstig ontwikkelingsonderzoek naar de effecten van recontextualiseren. Eerst wordt de lijn voor een ontwerpstrategie uiteengezet (§ 8.3) en vervolgens wordt een algemene OLS voor het recontextualiseren van biologische concepten voorgesteld (§ 8.4).

8.4 Aanbevelingen voor een ontwikkelstrategie

In hoofdstuk 3, 4 en 5 zijn ontwerpcriteria ontwikkeld die in de tweede en derde casestudie van dit ontwikkelingsonderzoek zijn toegepast. Deze ontwerpcriteria vormen niet de hier beoogde ontwerpstrategie. De ontwerpcriteria OC 1 t/m OC 3 zijn namelijk specifiek voor het concept biodiversiteit, te specifiek voor biologische concepten in het algemeen, terwijl OC 4 t/m OC 6 te algemeen zijn, niet specifiek bedoeld voor het ontwikkelen van een OLS voor recontextualiseren. Hieronder worden vier suggesties gedaan die in belangrijke mate zouden kunnen bijdragen aan het ontwerpen van nieuwe onderwijsleerstrategieën voor het recontextualiseren van biologische concepten.

1. Bepalen of een biologisch concept meerduidig is of niet, en of de meerduidigheid te herleiden is tot verschillende betekenissen in verschillende handelingspraktijken of niet. Voor vervolgonderzoek zou een analyse van reeds uitgevoerde studies in de biologiedidactiek en een conceptuele analyse van het nieuwe biologiecurriculum nuttig kunnen zijn voor het identificeren van biologische concepten die met een strategie voor recontextualiseren beter onderwezen en geleerd zouden kunnen worden. Mogelijk zou een metastudie kunnen worden uitgevoerd naar biologische concepten die bij leerlingen notoir transferproblemen opleveren.

2. Conceptuele analyse om te bepalen in welke handelingspraktijken het concept wordt gehanteerd en op welke manier. Aan de hand van teksten wordt onderzocht welke betekenissen van het concept worden gehanteerd, met welke concepten deze betekenissen samenhangen en welke conceptuele componenten binnen een bepaalde betekenissen kunnen worden onderscheiden. De analyse van het concept biodiversiteit (hoofdstuk 3) bracht drie betekenissen aan het licht met een verschillende conceptuele kern, en een werkdefinitie van het concept biodiversiteit in de betekenis van ‘index’ met vier componenten. Deze analyse is van essentieel belang geweest bij het structureren van de OLS. Naarmate meer kennis, een groter conceptueel netwerk, nodig is om een bepaalde betekenis van een concept te begrijpen, komt de ontwikkeling van die betekenis later in de sequentie van OLA’s. In de tweede casestudie bleek dat het beperkt houden van de onderwijsleercontext belangrijk is voor de effectiviteit van de OLS. Leerlingen in 6 vwo hadden uiteindelijk te weinig kennis om te kunnen adviseren over de wenselijkheid van extra gaswinning in het Waddengebied met betrekking tot de gevolgen voor de biodiversiteit. Deze activiteit is als onderwijsleercontext te complex. In de derde casestudie werd gewerkt met dezelfde componenten,

maar ingeperkt tot het meten van de verandering van de broedvogelstand in het Waddengebied over een beperkt aantal jaren.

3. Het bewerken van authentieke handelingspraktijken tot een sequentie van geschikte onderwijsleercontexten passend bij de gewenste stappen in de conceptuele ontwikkeling. In dit ontwikkelingsonderzoek is gebleken dat leerlingen een werkdefinitie kunnen ontwikkelen van het concept biodiversiteit in de betekenis van 'index'. Leerlingen in de bovenbouw havovwo kunnen de betekeniscomponenten van die werkdefinitie recontextualiseren. Recontextualiseren is nodig als een concept in meerdere contexten wordt gehanteerd en de betekenis daardoor veranderd. De werkdefinitie van het concept biodiversiteit lijkt op een formule met vier variabelen. De variabelen worden in de ene context anders ingevuld dan in de andere context. Boersma (2011, p.52-54) noemt drie vormen van recontextualiseren, waarbij het uitgangspunt is dat een handelingspraktijk de context voor de betekenis van een concept vormt: hoe men binnen de handelingspraktijk het concept hanteert, bepaalt de betekenis van het concept. Een concept moet worden gerecontextualiseerd als:

A. het concept in beide handelingspraktijken een gelijke conceptuele kern heeft en in een tweede realistische context moet worden toegepast.
B. het concept in beide handelingspraktijken een gelijke conceptuele kern heeft en in een tweede realistische context moet worden uitgebreid.
C. de conceptuele kern van het concept in de eerste en de tweede handelingspraktijk van elkaar verschillen[1].

Vorm B, het uitbreiden van de betekenis van het concept biodiversiteit als 'index', waarbij de variabele componenten van de 'index' de conceptuele kern vormen, is in de tweede en derde casestudie een middel geweest om de leerlingen een eigen werkdefinitie van het concept biodiversiteit te laten ontwikkelen, met hulp van de docent. Het doel was de leerlingen te leren het concept biodiversiteit als index wendbaar te hanteren met behulp van de werkdefinitie. Door de werkdefinitie zelf te ontwikkelen zouden de leerlingen tevens inzicht ontwikkelen in de verschillende betekeniscomponenten van de werkdefinitie en in het recontextualiseren daarvan. Deze vorm van recontextualiseren, het specificeren van de betekeniscomponenten van de werkdefinitie van het concept biodiversiteit als 'index', is vorm A: de conceptuele kern blijft gelijk wanneer het wordt toegepast in een andere handelingspraktijk. Vorm C komt voor in het begin van de lessenreeks in de derde casestudie, wanneer de leerlingen het concept biodiversiteit als 'index' leren onderscheiden van de andere twee conceptuele kernen die in hoofdstuk 3 werden geïdentificeerd: 'natuur' en 'natuurlijke hulpbron'. De vorm van recontextualiseren die op de toets werd toegepast in de tweede en derde is een afgeleide van vorm A. De onderwijsleercontext op de toets verschilt van die van de laatste oefenfase van de lessenreeks, omdat deze is afgeleid van een andere activiteit *binnen* dezelfde authentieke handelingspraktijk.

1 Wierdsma (2012) hanteert in zijn onderwijsleerstrategie een conceptuele kern en conceptuele elementen om het concept dissimilatie te recontextualiseren, waarbij alle vormen van recontextualiseren worden doorlopen.

De OLS voor biodiversiteit bevat trapsgewijs de drie vormen van recontextualiseren van Boersma:

1. Vorm C: het concept biodiversiteit als 'natuur', 'natuurlijke hulpbron' en 'index' heeft steeds een verschillende conceptuele kern; in het publieke debat in de media is biodiversiteit daardoor een meerduidig concept en is recontextualiseren noodzakelijk om teksten waarin het concept wordt gehanteerd te kunnen begrijpen.

2. Vorm B: biologen hanteren het concept biodiversiteit als 'index' voor het genereren en verwerken van wetenschappelijke informatie over natuurgebieden; leerlingen ontwikkelen hun eigen variant van de werkdefinitie van het concept biodiversiteit als 'index' via uitbreiding van de conceptuele kern tot de vier componenten: het aantal soorten (S) en de abundantie (A) in een gebied op een bepaalde ruimtelijke dimensie (R) op een bepaald tijdstip of in een periode op een bepaalde temporele schaal (T); tijdens de ontwikkeling van de werkdefinitie worden componenten toegevoegd naar aanleiding van contextwisselingen, de conceptuele kern blijft dus niet constant, maar wordt uitgebreid met hulp van de docent.

3. Vorm A: leerlingen leren de werkdefinitie van het concept biodiversiteit als 'index' toe te passen door het recontextualiseren van de vier componenten; activiteiten die van dezelfde handelingspraktijk zijn afgeleid vormen contexten waarin de componenten verschillend moeten worden ingevuld; wisselen van activiteiten zorgt voor contextwisselingen, waardoor leerlingen de componenten van de werkdefinitie moeten recontextualiseren, maar het gaat steeds om dezelfde werkdefinitie van het concept biodiversiteit, dus dezelfde conceptuele kern.

De motivatie voor recontextualiseren wordt gegeneerd door contextwisselingen waarin de betekenis van het concept biodiversiteit dient te worden vervangen door een andere conceptuele kern, of te worden uitgebreid, of te worden gespecifieerd, geoperationaliseerd en toegepast. Het ontwerpen van geschikte realistische onderwijsleercontexten is daarom van wezenlijk belang voor een OLS voor recontextualiseren. Het zodanig bewerken van een authentieke handelingspraktijk tot een realistische onderwijsleercontext dat leerlingen het beoogde leerresultaat kunnen realiseren, wordt *conceptuele transpositie* genoemd (Boersma, 2011, p.45-51). Contextuele transpositie is een essentieel onderdeel van een ontwikkelstrategie voor Onderwijsleerstrategieën voor recontextualiseren.

4. Het ontwerpen van een adequaat *vangnet*, zowel voor het 'vangen' van de momenten waarop het recontextualiseren besproken kan worden met de leerlingen en voor het 'opvangen' van verschillen tussen leerlingen door de docent: expliciteren en differentiëren. Wierdsma (2012) benadrukt het belang van voorbereiding op het moment dat een concept gerecontextualiseerd moet worden, of het moment van de contextwisseling, en de reflectie op het recontextualiseren, het expliciet maken daarvan. Deze bevindingen worden in het hier beschreven ontwikkelingsonderzoek bevestigd. In de loop van dit onderzoek is voorbereiden, begeleiden en reflecteren door de docent met de leerlingen 'vangnet' gaan heten. Mogelijk geldt voor meer Onderwijsleerstrategieën, zo niet voor vrijwel elke vorm van onderwijs, dat leerlingen uiteindelijk zelf de volgende stap in hun ontwikkeling moeten zetten, maar dat zij vaak, de ene leerling vaker dan de andere, de docent

nodig hebben om hen te motiveren, verder te helpen, te vereenvoudigen, uit te dagen, vragen te stellen, samen te vatten en te reflecteren. Het lijkt een open deur, maar dat is het in dit verband niet. Specifiek voor het onderwijzen en leren van het recontextualiseren van biologische concepten is het expliciet maken van de switch tussen enerzijds de *activiteit*, het uitvoeren van de opdracht, en anderzijds het *concept*, recontextualiseren, en de switch weer terug naar de activiteit. Een OLS voor recontextualiseren zal moeten voorzien in activiteiten die rondom de onderwijsleeractiviteiten georganiseerd zijn om dit aspect expliciet maken voor de leerlingen, met ondersteuning van de docent. De docent heeft op zijn beurt handvatten nodig om het recontextualiseren te begeleiden. Resultaten en producten van de conceptuele analyse, zoals een werkdefinitie, kunnen daartoe in de docentenhandleiding worden opgenomen.

8.5 Aanbevelingen voor een algemenere OLS

Met behulp van de voorgestelde OLS voor het recontextualiseren van het concept biodiversiteit (§ 8.2) en de ontwikkelstrategie (§ 8.3) kunnen elementen van een minder specifieke OLS voor het recontextualiseren van biologische concepten worden onderscheiden.

1. Kennismaking met het concept in samenhang met een verkenning van de context waarin het concept gerecontextualiseerd moet kunnen worden, de toetscontext (Boersma, 2011, p.74-80).
    a. De context omvat diverse activiteiten. De reikwijdte past bij het niveau van de leerlingen.
    b. Motiveren voor het onderwerp.
    c. Activiteiten en een algemeen doel geven.

2. Ontdekken dat het concept verschillende betekenissen heeft in verschillende contexten.
    a. De betekenis van het concept ‘op losse schroeven zetten’.
    b. Kennismaken met recontextualiseren: de betekenis van dit concept is meerduidig en er zijn afspraken nodig om het zinvol te kunnen hanteren.
    c. Conceptuele activiteiten een specifiek doel geven binnen het algemene doel van de activiteiten.

3. Contextwisselingen en switches tussen activiteit en conceptuele activiteit om het concept te ontwikkelen.
    a. Afwisseling in onderwijsleeractiviteiten, hulp van de docent bij groepswerk, klassikale reflectie voor zowel de voorbereiding als de evaluatie van recontextualiseren, individueel schriftelijk werk, interpreteren van tekst, tekst schrijven, omschrijvingen van het concept zowel schriftelijk als verbaal formuleren en aanpassen.
    b. Contextwisselingen volgen een probleemstructuur of verhaallijn, waardoor de conceptuele ontwikkeling met het gewenste resultaat verloopt.
    c. Jigsawmethode en vergelijkbare werkvormen kunnen worden gehanteerd om te stimuleren dat er een ‘conceptueel conflict’ ontstaan, het ontwikkelde

concept werkt niet meer in de nieuwe context, er is een switch naar een conceptuele activiteit nodig om de omschrijving van het concept aan te passen.

4. Oefenen met recontextualiseren van het ontwikkelde concept in de context waarin in het concept gerecontextualiseerd moet kunnen worden in samenhang met kennis verzamelen van de relevante aspecten van de context.
    a. Leerlingen weten wat zij moeten kennen en kunnen. Leerlingen oefenen het recontextualiseren van het ontwikkelde concept in nieuwe activiteiten binnen de context. Het concept en het recontextualiseren staan centraal. Leerlingen kunnen voorbeelden geven van activiteiten binnen de context waarbij recontextualiseren nodig is.
    b. De docent controleert wat de leerlingen kennen en kunnen. De docent expliciteert en differentieert.

5. Opdrachten op de toets in de herkenbare toetscontext. Binnen de toetscontext wordt voor andere activiteiten gekozen dan binnen de oefencontext, zodat de leerling het concept moet recontextualiseren (1998b; Van Oers, 2001; Wierdsma, 2012, p.279).

Deze OLS sluit aan bij bevindingen van Wierdsma (2012) en de concept-contextbenadering, in het bijzonder de ontwerptheorie van Boersma (2011).

8.6 Consequenties voor biologieonderwijs en vervolgonderzoek

In de casestudies van dit ontwikkelingsonderzoek is een manier van lesgeven beschreven welke is ontleend aan een onderwijsleerbenadering die destijds in de steigers stond, maar inmiddels netjes in de verf staat, de concept-contextbenadering. De benadering heeft zelfs een vernieuwing in het examenprogramma biologie teweeggebracht. De datum nadert, op het moment van schrijven, dat het nieuwe examenprogramma landelijk van start gaat. Een reeks onderzoekers en een klein leger docenten hebben aan deze ontwikkeling bijgedragen. Honderden docenten zijn middels een cursus ingevoerd in de theorie en praktijk van de concept-contextbenadering. Zij hebben van de achtergronden kennis genomen en hierover gediscussieerd en zij hebben lesmateriaal ontwikkeld om hun leerlingen te laten recontextualiseren. Reacties zijn overwegend positief (eigen observatie). De concept-contextbenadering is tot zover een succes.

Meer onderzoekers en meer docenten zijn nodig om een wezenlijke verandering door te zetten. Leerlingen flexibeler leren omgaan met kennis in nieuwe contexten vergt een andere houding van de docent in de klas dan leerlingen invoeren in het canon van de biologie.

8.6.1 Biologieonderwijs

In deze paragraaf wordt de mogelijke invloed van de concept-contextbenadering op het biologieonderwijs in het algemeen en de rol van de voorgestelde OLS en soortgelijke strategieën voor recontextualiseren in het bijzonder verkend.

Differentiëren

Leerlingen kunnen tegendraads reageren op een biologiedocent die een uitstapje maakt naar de taal. Een uitroep als “Het lijkt wel Nederlands!” is meestal niet als compliment bedoeld, hoewel de biologiedocent in kwestie deze kreet best als een aanmoediging zou kunnen opvatten. Sommige leerlingen gaan namelijk na verloop van tijd – goed voorbeeld doet goed volgen – meer en meer de talige kant van de biologie zien en doen daar hun voordeel mee. Het helpt bij het leren en bij het meedoen met de les. Andere leerlingen pakken de talige aanpak minder snel en niet uit zichzelf op. Leerlingen verschillen. Een homogene klas is een illusie.

Differentiëren is een uitdaging voor veel docenten. Bij concept-contextlessen is dat niet anders. In de resultaten van de tweede en derde casestudie is de spreiding heel duidelijk zichtbaar. Vier leerlingen presteren boven verwachting en recontextualiseren de vier componenten van de werkdefinitie zes tot acht van de tien keer, in goed geformuleerde redeneringen. Andere leerlingen vallen terug op de vereenvoudigde betekenis van het concept biodiversiteit waarmee de lessenreeks zo ongeveer begon, bijna alsof ze daarna absent waren. Een leerling die op haar proefwerkblaadje schrijft “Dit is niet eerlijk, het lijkt wel Nederlands!” is overduidelijk niet bij de lessen betrokken geraakt.

De voorgestelde OLS voor het recontextualiseren van biologische concepten bevat wellicht aanknopingspunten om te differentiëren, maar is geen kant-en-klare oplossing voor het probleem dat rekening houden met verschillen tussen leerlingen soms zo ingewikkeld is. Vermoedelijk is recontextualiseren voor leerlingen met een relatief hoge verbale intelligentie een ontdekking en een uitdaging. Dat geldt zeker niet voor alle leerlingen. Er kan uiteraard op veel manieren worden gedifferentieerd, naar tempo, niveau, interesse of leerstijl. In de voorgestelde OLS blijft differentiëren echter impliciet. Mogelijk is hier te weinig aandacht aan besteed. Een beter ‘gedifferentieerde’ OLS zou efficiënter kunnen zijn.

Motivatie en keuzevrijheid

Tussen de introductie van een tot de conceptuele kern gereduceerd biologische concept in een eenvoudige context en het uiteindelijk door de leerling ontwikkelde complexe, maar flexibel toepasbare concept, ligt ruimte voor keuzes. De op de concept-contextbenadering gebaseerde OLS voor biodiversiteit laat zien dat leerlingen kunnen kiezen voor een bepaald gebied binnen het Waddengebied, voor bepaalde groepen organismen, voor bepaalde menselijke activiteiten. Door de leerlingen keuzeruimte te geven waar dat kan, kan de docent hen motiveren om iets nieuws te leren waar dat moet. Leerlingen die hun bronnenonderzoek kunnen richten op hun eigen interesses, zijn gemotiveerder aan het werk.

Keuzevrijheid kan wellicht ook de motivatie beïnvloeden die beoogd wordt met de probleemstellende benadering, die in de voorgestelde OLS is gevlochten. Het is de bedoeling dat leerlingen op elk moment weten wat zij aan het doen zijn en waarom, en ook wat de volgende vraag en activiteit is. Bij voorkeur zijn dat hun eigen vragen over het te ontwikkelen concept, gegeneerd door problemen die met het concept ontstaan in een nieuwe onderwijsleercontext. Leerlingen hebben meer eigen vragen wanneer zij tot op zekere hoogte vanuit hun eigen interesses, op hun eigen manier en in hun eigen tempo kunnen werken. In *Zie je me wel?* (Van Mameren-Schoehuizen

& Groensmit, 2010) wordt een onderzoek beschreven naar het motiveren van begaafde leerlingen in het vwo door hen op school de vrijheid te geven aan hun eigen project te besteden in plaats van naar de les te gaan. Het experiment is als zeer geslaagd te boek gesteld. Het is een interessante vraag of een OLS voor recontextualiseren als structuur voldoende houvast zou kunnen bieden voor leerlingen om in veel meer vrijheid te leren, ook voor gemiddeld begaafde leerlingen. Het lijkt de moeite waard om na de eerste fase van begripsontwikkeling mogelijkheden aan te bieden voor differentiatie naar context, zodat leerlingen meer binnen hun eigen interessegebied, en daardoor meer gemotiveerd, kunnen oefenen met recontextualiseren.

Actualiteit

Biologische kennis is verweven met het dagelijks leven van leerlingen. Mede doordat het vakgebied over het algemeen goed in beeld gebracht wordt, is biologie toegankelijk. Dagelijks wordt er in het nieuws over biologische ontwikkelingen gerapporteerd. Misschien niet dagelijks over biodiversiteit, maar ook dat onderwerp heeft niet aan relevantie ingeboet. Vertrekkende vanuit dagelijkse ervaringen van leerlingen en vanuit het nieuws kan dagelijks worden aangehaakt bij de actualiteit. Hierdoor kan een onderwijsleerklimaat ontstaan waarin leerlingen eraan gewend raken om te oefenen met recontextualiseren, terwijl de docent expliciet aandacht geeft aan het recontextualiseren op de momenten dat de leerlingen dit doen, of zouden moeten doen.

Engagement en wetenschappelijke geletterdheid

Het onderzoek voor dit proefschrift is begonnen als een onderzoeksproject voor *Natuur- en Milieueducatie* (NME). De focus is komen te liggen op conceptuele ontwikkeling. Waardenontwikkeling in verband met biodiversiteit is niet nader onderzocht. De lessenseries passen volledig in het biologiecurriculum en zijn niet bedoeld om meningen en waarden te verhelderen of te vormen. Het natuurwaardenonderzoek (zie § 7.3.1 en § 7.3.2 OLA 3.1, les 1 in de derde casestudie) is een opstap naar het recontextualiseren van het concept biodiversiteit, geen NME.

Het onderzoek is echter ondernomen in de overtuiging dat conceptuele helderheid een voorwaarde is voor een helder gesprek over waarden. Recontextualiseren kan helpen complexe concepten te onderwijzen en te leren. Het kan ook helpen biologische kennis vaker in een actuele context te plaatsen, hedendaags onderzoek naar het opbouwen van bacteriën uit levenloze materie, of de invloed van gewichtloosheid op de groei van planten, in plaats van de ethologie van Lorenz en Pavlov, of het erfelijkheidsonderzoek van Mendel. Vaker het online nieuws erbij en de biologische kennis in een ethische context belichten en recontextualiseren gebruiken om leerlingen te ondersteunen in het vinden van hun weg in een informatietijdperk dat doorspekt is van biologische kennis. Kennis die zeer relevant is voor alledaagse persoonlijke keuzes op het gebied van gezondheid, sport, voeding, seksualiteit, medicijnen en medische behandelingen, roken, alcohol drinken, drugs, en – natuurlijk – de eigen verantwoordelijkheid voor natuur en milieu. Biologische kennis wordt immers in talloze handelingspraktijken en activiteiten gehanteerd, waarin ook politieke meningen en economische en ethische waarden een grote rol spelen. Het introduceren van leerlingen in de canon van de biologie is een middel, niet het doel, om leerlingen handvatten te geven en wegwijs te maken als zelfstandige beslissers in de context van deze tijd

en deze maatschappij, waarin hun leven zich afspeelt. De manier waarop de leerlingen leskrijgen van hun biologiedocenten bepaalt niet alleen veel van wat zij straks kennen van de biologie van weleer, maar vooral wat zij straks kunnen met de biologie van morgen.

8.6.2 Vervolgonderzoek

Het onderzoeksprogramma van het FIsme, voorheen CD-β en Freudenthal Instituut, heeft succesvolle onderwijsleerbenaderingen voortgebracht, zoals de probleemstellende benadering (Kaper, 1997; Klaassen, 1995; Klaassen & Lijnse, 1996; Kortland, 2001; Vollebregt, 1998), ontwerpend leren (Janssen, 1999), de jojo-onderwijsleerstrategie (Knippels, 2002) en systeemdenken (Boersma, 1997; Verhoeff, 2003; Westra, 2008). De concept-contextbenadering (Boersma, 2011; Boersma, 2001; Boersma et al., 2005; Boersma et al., 2007; Boersma, Kamp, Van den Oever, & Schalk, 2010; Van Weelie, Boersma, Margadant-van Arcken, & Van der Meij, 2002; Van Weelie, 2001; Wierdsma, 2012) incorporeert deze benaderingen, naast de cultuurhistorische theorie en onderwijsleertheorieën zoals samenwerkend leren. Boersma (2011) geeft een aanzet tot een bruikbare praktijktheorie voor het recontextualiseren van biologische concepten.

Wierdsma (2012) onderscheidt drie terreinen voor vervolgonderzoek, namelijk Onderwijsleerstrategieën voor het recontextualiseren van biologische concepten, de prestaties van leerlingen met het recontextualiseren van biologische concepten en de individuele leertrajecten van leerlingen die leren recontextualiseren. Deze driedeling zou toegepast kunnen worden voor zowel de theoretische verdieping van de concept-contextbenadering als voor de ondersteuning van docenten en uitgevers bij de invoering van het nieuwe examenprogramma biologie.

Hoewel het gedrag van de docent onderdeel is van de ontwikkeling van Onderwijsleerstrategieën, kan onderzoek naar de effectiviteit van het gedrag van de docent aan de opsomming van Wierdsma worden toegevoegd, mede met het oog op de opleiding van docenten in de concept-contextbenadering. Evenals voor leerlingen geldt dat ook de prestaties van docenten op groepsniveau en op individueel niveau bestudeerd zouden kunnen worden. Verder ligt het voor de hand om te onderzoeken of de concept-contextbenadering ook voor concepten in andere schoolvakken het transferprobleem kan aanpakken dat bestaat. Een verkenning daarvan valt echter buiten het bestek van dit proefschrift.

Ontwikkelingsonderzoek is een tijdrovende activiteit. Aan de andere kant kan ontwikkelingsonderzoek bij uitstek zowel wetenschappelijk relevante als maatschappelijk en praktisch relevante resultaten en producten opleveren. Het ontwikkelen van theoretisch inzicht en het ontwikkelen van lesmaterialen of het scholen van docenten gaan vaak hand in hand, ten gunste van de kosten-batenbalans. De laatste jaren is op die manier gewerkt in het DUDOC-programma van het Platform Bèta-Techniek. Het is nastrevenswaardig om op basis van een praktisch-theoretisch gefundeerde *ontwerptheorie* (Boersma, 2011) een dergelijk programma op te zetten op de genoemde onderzoeksterreinen om de invoering van het nieuwe examenprogramma biologie te ondersteunen.

Referenties

Alblas, A. H., Broertjes, J. J. S., Janssen, F. J. J. M., & Waarlo, A. J. (1993). *Begrip en betrokkenheid. Bouwstenen voor leerbare thema's in natuur- en milieu-educatie*. Wageningen/Utrecht: Vakgroep Agrarische Onderwijskunde, LUW/Vakgroep Didactiek van de Biologie/RUU.

Alders, H. (Ed.). (2011). *Brochure Groene Groei*. Dordrecht: Taskforce Biodiversiteit en Natuurlijke Hulpbronnen / &MAES.

Aronson, E., & Patnoe, S. (1997). *The jigsaw classroom (2nd ed.)*. New York: Longman.

Baarda, D. B., & De Goede, M. P. M. (1990). *Basisboek methoden en technieken. Praktische handleiding voor het opzetten en uitvoeren van onderzoek.* Leiden/Antwerpen: Stenfert Kroese Uitgevers.

Baarda, D. B., de Goede, M. P. M., & Teunissen, J. (1995). *Kwalitatief Onderzoek. Basisboek*. Houten: Educatieve Partners Nederland.

Balmford, A., Bennun, L., Ten Brink, B., Cooper, D., Cote, I. M., Crane, P., Dobson, A., Dudley, N., Dutton, I., Green, R. E., Gregory, R. D., Harrison, J., Kennedy, E. T., Kremen, C., Leader-Williams, N., Lovejoy, T. E., Mace, G., May, R., Mayaux, P., Morling, P., Phillips, J., Redford, K., Ricketts, T. H., Rodriguez, J. P., Sanjayan, M., Schei, P. J., Van Jaarsveld, A. S., & Walther, B. A. (2005). The convention on biological diversity's 2010 target. *Science, 307*(5707), 212-213.

Balmford, A., & Bond, W. (2005). Trends in the state of nature and their implications for human well-being. *Ecology Letters, 8*(11), 1218-1234.

Binder, D., Guy, S., & Penn, B. (1995). *Backyard Biodiversity and Beyond.* Victoria, B.C.: Canadian Ministry of Forests and Canadian Heritage.

Boersma, K. T. (2011). *Ontwerpen van op de concept-contextbenadering gebaseerd biologieonderwijs*. Utrecht: NIBI.

Boersma, K. T. (1997). *Systeemdenken en zelfsturing in het biologie-onderwijs*. Oratie: Universiteit Utrecht.

Boersma, K. T. (1998). The Janus face of developmental research: Review of some designs of biology-didactical research. In O. De jong, K. Kortland, A. J. Waarlo & J. Buddingh' (Eds.), *Bridging the gap between theory and practice: what research says to the science teacher. Proceedings of the 1998 International Summer Symposium* (pp. 31-46). Utrecht, The Netherlands: CD-ß-Press.

Boersma, K. T. (2001). Het biologieprogramma in de 21e eeuw. *NVOX, 26*(6), 312-317.

Boersma, K. T., Eijkelhof, H., Van Koten, G., Siersma, D., & Van Weert, C. (2006). *De relatie tussen context en concept. Intern werkdocument Vernieuwingscommissies bètavakken.* Utrecht: Bèta5.

Boersma, K. T., Kamp, M. J. A., Van den Oever, L., & Schalk, H. H. (2010). *Naar actueel, relevant en samenhangend biologieonderwijs*. Utrecht: CVBO.

Boersma, K. T., Van Graft, M., Harteveld, A., De Hullu, E., Van den Oever, L., & Van der Zande, P. A. M. (2005). *Vernieuwd biologieonderwijs van 4 tot 18 jaar: Basisdocument van de Commissie Vernieuwing Biologieonderwijs over ontwikkeling en invoering van samenhangend biologieonderwijs*. Utrecht: CVBO.

Boersma, K. T., Van Graft, M., Harteveld, A., De Hullu, E. d., De Knecht-van Eekelen, A., Mazereeuw, M., Van den Oever, L., & Van der Zande, P. A. M. (2007). *Leerlijn biologie van 4 tot 18 jaar vanuit de concept-contextbenadering*. Utrecht: CVBO.

Bruning, L., & Michels, B. (2013). *Concept-contextvenster: Zicht op de wisselwerking tussen concepten en contexten in het bèta-onderwijs*. Enschede: SLO.

Buiteveld, J., & Koelewijn, H. P. (2006). *Klein, en dan? Wat kan een beheerder doen met kleine en kwijnende populaties*. Wageningen: Alterra.

Bulte, A. M. W., Westbroek, H. B., Van Rens, L., & Pilot, A. (2004). Involving students in meaningful chemistry education by adapting authentic practices. In B. Ralle, & I. Eilks (Eds.), *Quality in Practice-Oriented Research in Science Education: Proceedings of the 17th Symposium on Chemical Education held at the University of Dortmund, 3-5 June 2004* (pp. 105-116). Aachen: Shaker.

Cole, M., & Engeström, Y. (1993). A cultural-historical approach to distributed cognition. InG. Salomon (Ed.), *Distributed Cognitions - Psychological and Educational Considerations* (pp. 1-46). Cambridge: University Press.

Dees, R. L. (1990). Cooperation in the mathematics classroom: a user's manual. InN. Davidson (Ed.), *Cooperative learning in mathematics. A handbook for teachers* (pp. 160-200). Menlo Park, CA: Addison-Wesley.

Dobson, A. P. (1997). *Natuurbehoud en biodiversiteit*. Beek (L): Natuur & Techniek, Segment Uitgeverij.

Ehrlich, P. (1988). The Loss of Diversity: Causes and Consequences. InE. O. Wilson (Ed.), *Biodiversity* (pp. 21-27). Washington, DC: The National Academies Press.

Eijkelhof, H. (2001). Preface. In O. d. Jong, E. R. Savelsbergh & A. Alblas (Eds.), *Teaching for Scientific Literature: Context, Competency, and Curriculum* (pp. viii). Utrecht, Utrecht University: CD-ß Press, Centre for Science and Mathematics Education.

Emans, B. (1985). *Interviewen: theorie, techniek en training*. Groningen: Wolters-Noordhoff.

Engels, J. M. M., & Visser, L. (2003). *A guide to effective management of germplasm collections: IPGRI Handbooks for Genebanks No. 6*. Rome, Italy: IPGRI.

Engeström, Y. (1991). Non scolae sed vitae discimus. Toward overcoming the encapsulation of school learning. *Learning and Instruction, 1*, 243-259.

Engeström, Y., Engeström, R., & Kärkkäinen, M. (1995). Polycontextuality and boundary crossing in expert cognition: learning and problem solving in complex work activities. *Learning and Instruction, 5*, 319-336.

Forman, E. A., Larreamendy-Joerns, J., Stein, M. K., & Brown, C. A. (1998). "You're going to want to find out which and prove it": Collective argumentation in a mathematics classroom. *Learning and Instruction, 8*(6), 527-548.

Freudenthal, H. (1991). *Revisiting Mathematics Education. China Lectures*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.

Gittenberger, E. (1995). Wat is biodiversiteit? In E. J. Van Nieukerken, & A. J. Van Loon (Eds.), *Biodiversiteit in Nederland* (pp. 5-14). Leiden: Nationaal Natuurhistorisch Museum, KNNV Uitgeverij.

Gravemeijer, K. P. E. (1994). *Developing realistic mathematics education.* Utrecht: CD-ß Press (14).

Gravemeijer, K. P. E. (1999). Ontwikkelingsonderzoek: een praktijknabije onderzoeksmethode. In B. Levering, & P. Smeyers (Eds.), *Opvoeding en onderwijs leren zien. Een Inleiding in interpretatief onderzoek* (pp. 233-256). Amsterdam: Boom.

Groombridge, B. (1992). Biodiversity: an overview. InW. C. M. Centre (Ed.), *Global Biodiversity. Status of the Earth's Living Resources.* (pp. xiii-xviii). London: Chapman and Hall.

Hamilton, S. J. E., & Hansen, E. J. E. (Eds.). (1992). *Collaborative Learning. Sourcebook for Collaborative Learning in the Arts and Sciences at Indiana University*. Bloomington, Indiana University: Intercampus Group on Collaborative Learning.

Hengeveld, R. (1995). Biodiversiteit in theorie en praktijk. In E. J. Van Nieukerken, & A. J. Van Loon (Eds.), *Biodiversiteit in Nederland* (pp. 15-28). Leiden: Nationaal Natuurhistorisch Museum, KNNV Uitgeverij.

Huston, M. A. (1994). *Biological Diversity: The coexistence of species on changing landscapes*. Cambridge: Cambridge University Press.

IUCN. (1994). *A guide to the Convention on Biological Diversity*. Gland, Switserland: IUCN.

Janssen, F. J. J. M. (1999). *Ontwerpend leren in het biologieonderwijs. Uitgewerkt en beproefd voor immunologie in het voortgezet onderwijs.* Utrecht: CD-ß Press (34).

Jenkins, M. (1992). Species diversity: an introduction. InW. C. M. Centre (Ed.), *Global Biodiversity: Status of the earth's living resources* (pp. 41-43). London: Chapman and Hall.

Johnson, D. W., & Johnson, R. T. (1993). Implementing cooperative learning. *Education Digest, 58*(8), 62-67.

Jozefzoon, E. O. I. (1985). *Definities en definiëren. Een praktische inleiding voor leerplanontwikkelaars.* Enschede: SLO specialisten in leerprocessen.

Kaper, W. (1997). *Thermodynamica leren onderwijzen. Probleemstellende gesprekssituaties voor docent en studenten, leidend tot thermodynamisch begrip en tot een gewijzigd Van Hiele niveauschema.* Utrecht: CD-ß Press (27).

Kareiva, P., Watts, S., McDonald, R., & Boucher, T. (2007). Domesticated Nature: Shaping Landscapes and Ecosystems for Human Welfare. *Science, 316*(5833), 1866-1869.

Klaassen, C. W. J. M. (1995). *A problem-posing approach to teaching the topic of radioactivity.* Utrecht: CD-ß Press (18).

Klaassen, C. W. J. M., & Lijnse, P. L. (1996). Interpreting Students' and Teachers' Discourse in Science Classes: An Underestimated Problem? *Journal of Research in Science Teaching, 33*(2), 115-134.

Knippels, M. C. P. J. (2002). *Coping with the abstract and complex nature of genetics in biology education. The yo-yo learning and teaching strategy.* Utrecht: CD-ß Press (43).

Kortland, J. (2001). *A problem-posing approach to teaching decision making about the waste issue.* Utrecht: CD-ß Press (37).

Lijnse, P. L. (1995). "Developmental research" as a way to an empirically based "didactical structure" of science. *Science Education, 79*, 189-199.

Linkie, M., Wibisono, H.T., Martyr, D.J. & Sunarto,S. (2008). Panthera tigris ssp. sumatrae. In IUCN (Ed.), *IUCN Red List of Threatened Species. Version 2012.1.*

Linstone, H. A., & Turoff, M. (1975). *The Delphi method: Techniques and applications*. Reading: Addison Wesley.

Magurran, A. E. (1988). *Ecological Diversity and Its Measurement*. Cambridge, UK: Cambridge University Press.

Margadant-van Arcken. (1996). *Kiezen en delen. in dialoog op weg naar educatiedoeltypen NME.* (No. 22). Wageningen: IKC Natuurbeheer.

Margadant-van Arcken, M. (2001). Environmental literary. Re-examing the justifications and objectives of environmental education in the context of a risk society. In O. d. Jong, E. R. Savelsbergh & A. Alblas (Eds.), *Teaching for scientific literature: context, competency, and curriculum* (pp. 5-15). Utrecht: CD-ß Press. (38).

Maso, I., & Smaling, A. (1998). *Kwalitatief onderzoek: praktijk en theorie*. Amsterdam: Uitgeverij Boom.

Mason, E. (1972). *Collaborative Learning*. New York: Schocken Books.

Mayer, J. (1992). *Formenfielfalt im Biologieunterricht. Ein Vorschlag zur Neubewertung der Formenkunde*. Kiel: IPN.

Mayer, J. (1995). Teaching biodiversity. results of a delphi-study in germany. paper presented at the annual meeting of the national association for research in science teaching april 1995. Paper presented at the

Mayer, J. (1996). Using the Delphi-technique to identify and prioritize concepts for biodiversity education. In: D. Elcome (Ed.) Education and Communication for Biodiversity: Key concepts, strategies and case studies, Report of the workshop held in Valsain, Spain., 81-88.

Mazereeuw, M. (2013). *The functionality of biological knowledge in the workplace. Integrating school and workplace learning about reproduction.* Utrecht: FIsme Scientific Library (80).

Miller, D. R., & Rossman, A. Y. (1997). Biodiversity and Systematics: Their Application to Agriculture. In M. L. Reaka-Kudla, D. E. Wilson & E. O. Wilson (Eds.), *Biodiversity II. Understanding and Protecting Our Biological Resources.* Washington, DC: Joseph Henry Press.

Ministerie van Landbouw Natuurbeheer en Visserij. (1990). *Natuurbeleidsplan. Regeringsbeslissing*. Den Haag: SDU.

Ministerie van VROM, D. I. M. (1995). Verdrag inzake Biologische Diversiteit. In E. J. Van Nieukerken, & A. J. Van Loon (Eds.), *Biodiversiteit in Nederland* (pp. 167-186). Leiden: Nationaal Natuurhistorisch Museum, KNNV Uitgeverij.

Norton, B. (1988). Commodity, Amenity, and Morality. The Limits of Quantification in Valuing Biodiversity. InE. O. Wilson (Ed.), *Biodiversity* (pp. 200-205, Chapter 22). Washington, DC: The National Academies Press.

Pimm, S. L. (1991). *The Balance of Nature? Ecological Issues in the Conservation of Species and Communities*. Chicago and London: The University of Chicago Press.

Reaka-Kudla, M. L., Wilson, D. E., Wilson, E. O., Wilson, D. E., & Wilson, E. O. (1997). *Biodiversity II. Understanding and Protecting Our Biological Resources*. Washington, DC: Joseph Henry Press.

RIVM. (1996). *Wat en hoe met biodiversiteit? Rapport opgesteld ten behoeve van de onderbouwing van het beleidsstandpunt N59 "Omgevingskwaliteit voor biodiversiteit" opgesteld door vertegenwoordigers van IBN-DLO, IKC-N, RIVM en SC-DLO*. Bilthoven: RIVM.

RMNO/NRLO. (1997). *Leven in verscheidenheid: advies van RMNO en NRLO voor het stimuleringsporgramma biodiversiteit*. Rijswijk: RMNO/NRLO.

Roebertsen, H. (1996). *Integratie en toepassing van biologische kennis. Ontwikkeling en onderzoek van een curriculum rond het thema 'lichaamsprocessen en vergift'.* Urecht: CD-ß Press (23).

Simco, N. D., & James, G. G. (1976). *Elementary Logic*. Encino and Belmont, Calif.: Dickenson Publishing Company, Inc.

Slavin, R. E. (1996). Cooperative Learning in Middle and Secondary Schools. *Clearing House, 69*, 200-204.

Smale, M., & Day-Rubenstein, K. (2002). The Demand for Crop Genetic Resources: International Use of the US National Plant Germplasm System. *World Development, 30*(9), 1639-1655.

Smaling, A. (2009). Generaliseerbaarheid in kwalitatief onderzoek. *KWALON 42, 14*(3), 5-16.

Smaling, A. (2003). Inductive, analogical, and communicative generalization. *International Journal of Qualitative Methods, 2*(1), 52-67.

Smits, G., & Waas, B. (1994). *Biologie voor jou*. Den Bosch: Malmberg.

Strategisch plan van aanpak biologische diversiteit. Nederlandse uitwerking van het verdrag inzake biologische diversiteit (1995). Den Haag: Ministerie van LNV, Ministerie van VROM en Ministerie van Buitenlandse Zaken.

Swanborn, P. G. (1991). *Basisboek sociaal onderzoek*. Meppel: Boom.

Tuomisto, H., Ruokolainen, K., Kalliola, R., Linna, A., Danjoy, W., & Rodriguez, Z. (1995). Dissecting Amazonian biodiversity. *Science, 269*(5220), 63-66.

UNEP. (2002). *Report on the Sixth Meeting of the Conference of Parties to the Convention on Biological Diversity (UNEP/CBD/COP/6/20/Part 2). Decision VI/26 Strategic Plan for the Convention on Biological Diversity*. The Hague: UNEP.

Van Aalsvoort, J. (2000). *Chemistry in Products. A cultural-historical approach to initial chemical education*. Utrecht: Dissertatie Universiteit Utrecht.

Van den Akker, J., Gravemeijer, K. P. E., McKenney, S., & Nieveen, N. (2006). *Educational Design Research*. London: Routledge.

Van der Heide, W. M. (1997). *Biodiversiteit in de landbouw. A) lesbrieven en docentenhandleiding. B) evaluatie. verslag (ongepubliceerd) van verdiepingsopdracht postdoctorale lerarenopleiding.* Unpublished manuscript.

Van der Meijden, R., & Gillis, J. E. M. (1995). De samenstelling van de Nederlandse flora gerelateerd aan de kans op uitsterven (verdwijnen) van plantesoorten in de 20e eeuw. In E. J. Van Nieukerken, & A. J. Van Loon (Eds.), *Biodiversiteit in Nederland* (pp. 29-41). Leiden: Nationaal Natuurhistorisch Museum, KNNV Uitgeverij.

Van der Steen, W. J. (1993). *A practical philosophy for the life sciences*. Albany: State University of New York Press.

Van Graft, M. (2009). *De concept-contextbenadering in het primair onderwijs. Deel II. Voorbeeldlesmateriaal voor natuur en techniek.* Enschede: SLO.

Van Graft, M., Boersma, K. T., Goedhart, M., Van Oers, B., & De Vries, M. (2009). *De concept-contextbenadering in het primair onderwijs. Deel I. Een conceptueel kader voor natuur en techniek.* Enschede: SLO.

Van Keulen, H. (1995). *Making sense. Simulation-of-research in organic chemistry education.* Utrecht: CD-ß Press (16).

Van Mameren-Schoehuizen, I., & Groensmit, M. (2010). *Zie je me wel? Motiveren van begaafde leerlingen in het vwo.* Acco.

Van Moolenbroek, A. (2012). *Be aware of behaviour. Learning and teaching behavioural biology in secondary education.* Utrecht: FIsme Scientific Library (70).

Van Nieukerken, E. J., Van Loon, A. J., & Van Loon, A. J. (1995). *Biodiversiteit in Nederland*. Leiden: Nationaal Natuurhistorisch Museum, KNNV UitgeverijVan Nieukerken, E.J.

Van Oers, B. (1987). *Activiteit en begrip. Proeve van een handelingspsychologische didactiek*. Amsterdam: VU Uitgeverij.

Van Oers, B. (1995). Cultuuroverdracht als reconstruerende activiteit. *Pedagogisch Tijdschrift, 5*(4), 263-275.

Van Oers, B. (1998a). The Fallacy of Decontextualization. *Mind, Culture, and Activity, 5*(2), 135-142.

Van Oers, B. (1998b). From Context to Contextualizing. *Learning and Instruction, 8*(6), 473-488.

Van Oers, B. (2005). *Carnaval in de kennisfabriek. De positie van het spel in Ontwikkelingsgericht Onderwijs. Oratie*. Amsterdam: VU/Alkmaar: Academie voor Ontwikkelingsgericht Onderwijs.

Van Oers, B., & Wardekker, W. (1999). On becoming an authentic learner: semiotic activity in the

early grades. *Journal of Curriculum Studies, 31*(2), 229-249.

Van Oers, B. (2001). Contextualisation for Abstraction. *Cognitive Science Quarterly, 1*(3-4), 279-306.

Van Parreren, C. F. (1983). *Leren door handelen*. Apeldoorn: Van Walraven.

Van Parreren, C. F. (1987). *Ontwikkelend onderwijs*. Leuven: Acco.

Van Weelie, D., Boersma, K. T., Margadant-van Arcken, M., & Van der Meij, H. (2002). Operationalizing an Activity Approach to Context. Teaching and Learning to Contextualize Concepts<*br />*. In B. Van Oers, W. Wardekker, S. Blom, E. Elbers, B. Pompert & R. Van der Veer (Eds.), *Dealing with Diversity. Book of Abstracts of the Fifth Congress of the International Society for Cultural Research and Activity Theory*. Amsterdam: Vrije Universiteit, ISCRAT.

Van Weelie, D., Damoiseaux, P., & Van Straaten, E. (2000). *Biodiversiteit in de bovenbouw biologie. Beleven, begrijpen, beschermen. Lespakketten voor educatie over biodiversiteit*. Utrecht: CD-ß (unpublished).

Van Weelie, D., & Wals, A. E. J. (1998). *Biodiversiteit als leergebied van natuur- en milieu-educatie. Werkwijze voor het ontwikkelen van leeractiviteiten in binnen- en buitenschoolse educatie*. Wageningen: IKC Natuurbeheer.

Van Weelie, D., & Wals, A. E. J. (1999). Stepping stones for making biodiversity meaningful through education. InA. E. J. Wals (Ed.), *Environmental education and biodiversity* (pp. 49-81). Wageningen: National Reference Centre for Nature Management.

Van Weelie, D., & Wals, A. E. J. (2002). Making biodiversity meaningful through environmental education. *International Journal of Science Education, 24*(11), 1143-1156.

Van Weelie, D. (2001). Contextualizing Biodiversity. In O. d. Jong, E. R. Savelsbergh & A. Alblas (Eds.), *Teaching for scientific literature: context, competency, and curriculum* (pp. 99-116). Utrecht: CD-ß Press (38).

Verhoeff, R. P. (2003). *Towards systems thinking in cell biology education.* Utrecht: CD-ß Press (49).

Vollebregt, M. J. (1998). *A Problem Posing Approach to Teaching an Initial Particle Model.* Utrecht: CD-ß Press (30).

Weijman, F. (1996). *Scoren met natuur. Een didacitsch concept voor agrarisch natuuronderwijs*. Utrecht: CD-ß (unpublished).

Wells, G. C. (1995). Language and the Inquiry-Oriented Curriculum. *Curriculum Inquiry, 25*(3), 233-269.

Wells, G. C. (1997). Dialogic Inquiry in Education: building on the legacy of Vygotsky. In C. D. Lee, & P. Samgorinsky (Eds.), *Vygotskian Perspectives on Literacy Research* (pp. 51-85). Cambridge: Cambridge University Press.

Wells, G. C. (1999). In Pea R., Brown J. S. and Hawkins J. (Eds.), *Dialogic Inquiry. Toward a Sociocultural Practice and Theory of Education*. Cambridge, UK; New York, USA [etc.]: Cambridge University Press.

Westera, H. B. (1997). *Inventarisatie natuur- en milieu-educatie-materiaal inzake biodiversiteit. Projectrapportage Extra Impuls Natuur- en Milieu-Educatie.* Wageningen: Leerstoelgroep Agrarische Onderwijskunde, Landbouwuniversiteit Wageningen.

Westra, R. H. V. (2008). *Learning and teaching ecosystem behaviour in secondary education.* Utrecht: FIsme Press.

Wierdsma, M. D. M. (2012). *Recontextualising Cellular Respiration. Designing a learning-and-teaching strategy for developing biological concepts as flexible tools.* Utrecht: FIsme Scientific Library (72).

Wilson, E. O. (1988). *Biodiversity*. Washington, DC: The National Academies Press.

Wisconsin Center for Environmental Education, & World Wildlife Fund. (1996). *The Development of a Biodiversity Literacy Assessment Instrument. Report to the National Environmental Education Training Foundation*. Stevens Point;Washington, DC: WCEE, WWF.

Wittgenstein, L. (1963). *Philosophical Investigations*. Oxford: Basil Blackwell.

World Conservation Monitoring Centre. (1992). *Global Biodiversity: Status of the earth's living resources.* London: Chapman and Hall.

World Resources Institute (WRI), The World Conservation Union (IUCN), & United Nations Environment Programme (UNEP). (1992). *Global Biodiversity Strategy. Guidelines for Action to Save, Study and Use Earth's Biotic Wealth Sustainably and Equitably*. Washington, DC: World Resources Institute.

Yin, R. K. (1994). *Case study research: design and method*. Thousand Oaks, CA [etc.]: Sage.

Samenvatting

Dit proefschrift rapporteert over een ontwikkelingsonderzoek naar een onderwijsleerstrategie voor het flexibel hanteren van het concept biodiversiteit in nieuwe contexten in de bovenbouw biologie havo en vwo.

Het onderzoek bestaat uit drie fases. De eerste fase is uitgevoerd in de periode 1995-1998 aan de Vakgroep Didactiek van de Biologie, Centrum voor Didactiek van Wiskunde en Natuurwetenschappen (CD-ß), Universiteit Utrecht, in samenwerking met de Leerstoelgroep Agrarische Onderwijskunde, Landbouwuniversiteit Wageningen. Het ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij was de opdrachtgever van het project. De vraagstelling was als volgt: Welke inhoudelijke basis, en welke werkwijze om daaruit deelonderwerpen af te leiden, kan helpen bij de ontwikkeling van theoretisch verantwoord en praktisch bruikbaar lesmateriaal, dat tot doel heeft mensen van vijftien jaar en ouder via allerlei leersituaties te betrekken bij het onderwerp biodiversiteit? Dit onderzoek resulteerde in een rapport voor IKC Natuurbeheer en had de functie van exploratief onderzoek voor de daaropvolgende fase.

In de tweede fase is een ontwikkelingsonderzoek uitgevoerd, eveneens aan de Vakgroep Didactiek van de Biologie. In de periode van 1998-2001 zijn een onderwijsleerstrategie en lesmaterialen ontwikkeld en getest in drie casestudies. De vraagstelling was hoe het omgaan met de contextafhankelijkheid en meerduidigheid van het concept biodiversiteit op een uitvoerbare en effectieve wijze kan worden onderwezen en geleerd in de bovenbouw biologie havo en vwo. Na een intermezzo vormde in 2007 het verschijnen van het rapport Leerlijn biologie van 4 tot 18 jaar van de Commissie Vernieuwing Biologie Onderwijs (CVBO) de aanleiding voor het starten van de derde fase.

De derde fase van het onderzoek werd uitgevoerd in de periode 2007-2014 aan het Freudenthal Institute for Science and Mathematics Education (FIsme) en bestond uit een secundaire analyse van de tijdens de casestudies verzamelde data. De onderzoeksvraag (OV) van dit proefschrift werd gebaseerd op de oorspronkelijke vraagstelling van het ontwikkelingsonderzoek.

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?

Hoofdstuk 1 introduceert de probleemstelling en geeft een toelichting op de daarin gehanteerde terminologie middels een beschrijving van de theoretische achtergronden van de probleemstelling. De termen ‘concept’, ‘context’ en ‘flexibel hanteren van een concept’ (door middel van recontextualiseren) zijn ingeworteld in de cultuurhistorische theorie. Deze theorie ligt ten grondslag aan de concept-contextbenadering waarop het per 1 augustus 2013 geldende nieuwe examenprogramma biologie in Nederland is gebaseerd. De wijze waarop de concept-contextbenadering dit proefschrift heeft beïnvloed wordt in hoofdstuk 1 kort besproken en verder uitgewerkt in hoofdstuk 5. Verder wordt de *meaning is use* theorie over de betekenis van een concept aangestipt, die een rol heeft gespeeld bij de analyse van het concept biodiversiteit, zoals beschreven in hoofdstuk 3. De traditie van ontwikkelingsonderzoek aan het CD-ß en het FIsme wordt belicht. De literatuur die heeft geleid tot het formuleren van twee vakdidactische ontwerpcriteria voor

het ontwikkelingsonderzoek, namelijk samenwerkend leren en de probleemstellende benadering, wordt genoemd. Vervolgens wordt het concept biodiversiteit kort toegelicht ter introductie op de nadere uitwerking in hoofdstuk 3. Het concept biodiversiteit heeft wetenschappelijke relevantie als centraal begrip in de ecologie en relevantie voor het biologieonderwijs als concept in het nieuwe examenprogramma biologie voor havo en vwo. Het concept heeft ook maatschappelijke relevantie, omdat het in het internationale natuurbeleid symbool staat voor 'Het Leven op Aarde'. De symbolische waarde van biodiversiteit komt onder andere tot uitdrukking in het Verdrag inzake Biologische Diversiteit, op de *Earth Summit* in Rio de Janeiro in 1992, dat inmiddels door 168 landen is geratificeerd, inclusief Nederland. Het concept biodiversiteit is contextafhankelijk en meerduidig, dat wil zeggen dat het verschillende betekenissen heeft, afhankelijk van de context waarin het wordt gehanteerd. Deze eigenschappen pleitten enerzijds voor een didactische analyse van het concept, terwijl anderzijds juist deze eigenschappen het concept biodiversiteit relevant maken voor een ontwikkelingsonderzoek waarin de vraag naar een onderwijsleerstrategie voor het recontextualiseren van een biologische concept centraal staat.

Hoofdstuk 2 beschrijft het design van het onderzoek en de verschillende methoden die voor de verschillende onderdelen van het onderzoek zijn gehanteerd. Hoofdstuk 2 presenteert tegelijkertijd met de beschrijvingen van de onderdelen van het onderzoek de deelvragen die daarbij aan de orde zijn geweest. Voor de exploratieve fase van het onderzoek worden de methoden van expertinterviews, een exploratieve literatuurstudie (over biodiversiteit, samenwerkend leren en de probleemstellende benadering) en de Delphi-methode beschreven. Voor de tweede fase wordt de methode van het uitgevoerde ontwikkelingsonderzoek in detail besproken, waarbij wordt verwezen naar literatuur over casestudieonderzoek, en ontwikkelingsonderzoek en kenmerken van de deelnemende scholen en docenten worden beschreven. Ontwikkelingsonderzoek is een ontwerpproces dat bestaat uit een reeks van casestudies met het oogmerk een zowel praktisch als theoretisch gefundeerde onderwijsleerstrategie te ontwikkelen om een vakdidactisch probleem op te lossen. Bij aanvang van een ontwikkelingsonderzoek worden ontwerpcriteria geformuleerd op basis van onderwijs- en leertheorieën. Hiermee wordt een eerste versie van een onderwijsleerstrategie ontworpen, geoperationaliseerd in een lessenreeks en getest binnen een onderwijspraktijk. De ontwerpcyclus wordt voltooid met het formuleren van op de evaluatie gebaseerde aanpassingen van de onderwijsleerstrategie. In dit proefschrift wordt een volledige ontwerpcyclus aangeduid met de term casestudie. Met de geformuleerde aanpassingen kan een volgende versie van de onderwijsleerstrategie ontworpen worden voor een volgende casestudie. Meestal is een reeks van casestudies nodig voor de ontwikkeling van een uitvoerbare en effectieve onderwijsleerstrategie.

De kleinste eenheid van analyse in een casestudie in een onderwijsleeractiviteit. De onderwijsleerstrategie is opgebouwd uit onderwijsleeractiviteiten. Evaluatie van de onderwijsleerstrategie leidt tot aanpassingen van de onderwijsleeractiviteiten, operationalisering in een nieuwe lessenreeks en een nieuwe praktijktest.

In de exploratieve fase stond de volgende deelvraag centraal:

DV 1 Welke ontwerpcriteria gelden voor de ontwikkeling van een onderwijsleerstrategie voor het recontextualiseren van het concept biodiversiteit in de bovenbouw biologie havo en vwo?

Voor het ontwikkelingsonderzoek werd de volgende deelvraag geformuleerd:

DV 2 Welke kenmerken heeft een uitvoerbare en effectieve onderwijsleerstrategie voor het recontextualiseren van het concept biodiversiteit in de bovenbouw biologie havo en vwo?

In de secundaire analyse kwamen naast DV 1 en DV 2 de volgende deelvragen aan de orde:

DV 3 Hoe leren leerlingen het concept biodiversiteit recontextualiseren door middel van de onderwijsleerstrategie?

DV 4 Hoe goed leren leerlingen het concept biodiversiteit recontextualiseren door middel van de onderwijsleerstrategie?

Hoofdstuk 3 beschrijft een analyse van het concept biodiversiteit waarbij twee vragen centraal stonden die zijn afgeleid van DV 1, namelijk deelvraag DV 1a: In welke authentieke handelingspraktijken speelt het concept biodiversiteit een (centrale) rol? Met andere woorden, welke authentieke handelingspraktijken zijn biodiversity-based? En deelvraag DV 1b:
Welke contextspecifieke betekenissen heeft het concept biodiversiteit in biodiversity-based handelingspraktijken? Met biodiversity-based worden handelingspraktijken aangeduid waarbinnen het hanteren van het concept biodiversiteit een relevante en centrale plaats heeft. De selectie van wetenschappelijke literatuur en beleidsdocumentatie (DV 1a) en de analyse van de geselecteerde teksten (DV 1b) wisselden elkaar af. Bij elke tekst die aangemerkt kon worden als biodiversity-based, werd de vraag gesteld hoe het concept biodiversiteit wordt gehanteerd, met welk doel en in welke betekenis. De selectie van nieuwe teksten en de analyse daarvan gingen door totdat een punt van verzadiging werd bereikt en geen nieuwe wijzen van hanteren of betekenissen van het concept biodiversiteit meer werden gevonden. Aan de hand van exemplarische citaten wordt in hoofdstuk 3 getoond op welke manier de analyse tot stand is gekomen en welke betekenissen het concept biodiversiteit kan hebben in authentieke handelingspraktijken. Het concept biodiversiteit blijkt voor te komen in drie verschillende kernbetekenissen, of *conceptuele kernen*, namelijk in de betekenis van 'natuur', in de betekenis van 'natuurlijke hulpbron' en in de betekenis van 'index'. Hoofdstuk 3 ontwikkelt een werkwijze om deze conceptuele kernen te herkennen en een werkdefinitie voor het definiëren van het concept biodiversiteit in de betekenis van 'index' (§ 3.2). De werkwijze en de werkdefinitie krijgen een centrale plaats in zowel de ontwikkeling van de onderwijsleerstrategie in het ontwikkelingsonderzoek, als in de onderwijsleeractiviteiten van de onderwijsleerstrategie. De werkdefinitie van het concept biodiversiteit als 'index' wordt in de loop van het ontwikkelingsonderzoek verder uitgewerkt tot de volgende definitie (§ 7.3):

Biodiversiteit $=_{def}$ het aantal soorten (S = soortenrijkdom) en het aantal individuen per soort (A = abundantie) in een bepaald gebied (R = ruimtelijk dimensie), in een bepaalde periode (T = temporele dimensie).

Hoofdstuk 4 beschrijft de eerste casestudie, uitgevoerd in 4 vwo. De eerste casestudie zou aangemerkt kunnen worden als een *pilot studie*. Er werd ervaring opgedaan met het schrijven en toepassen van een scenario (een getailleerde handleiding voor de docent en de onderzoeker), met het maken van audio-opnamen van leerlingendialogen, de communicatie en samenwerking met de docent en het vastleggen van lesobservaties.

De eerste versie van de onderwijsleerstrategie bestond in grote lijnen uit een kennismaking met verschillende 'biodiversity-based activiteiten' in het Waddengebied die de belangrijkste 'contexten' zouden vormen van de onderwijsleeractiviteiten in de lessenreeks over biodiversiteit, het introduceren van de werkdefinitie van het concept biodiversiteit als 'index' en het toepassen van de werkdefinitie bij het doen van bronnenonderzoek voor het schrijven van een informatieve brochure over verschillende activiteiten in het Waddengebied voor bezoekers van het gebied. De leerlingen werden in groepen ingedeeld die zich specialiseerden in een van de activiteiten in het Waddengebied, zoals visserij en gaswinning. Vooralsnog zonder empirische onderbouwing werd aangenomen dat het concept biodiversiteit in de verschillende 'contexten' van de groepen verschillende betekenissen zou krijgen, waardoor de leerlingen de werkdefinities zouden moeten gebruiken om de betekenis van het concept biodiversiteit te preciseren.

Uit de primaire evaluatie van de onderwijsleerstrategie kwamen twee redenen naar voren waarom deze aanname onjuist bleek en de leerlingen het concept biodiversiteit niet leerden recontextualiseren door de eerste versie van de onderwijsleerstrategie. Ten eerste werd de werkdefinitie geïntroduceerd zonder dat er voor de leerlingen een probleem was ontstaan waarvoor de werkdefinitie een oplossing zou zijn. Met andere woorden, de onderwijsleerstrategie was niet probleemstellend. Ten tweede kozen de leerlingen tijdens het bronnenonderzoek voor het verdelen van taken als vorm van samenwerking in duo's of groepen. De dialogen die daarmee gemoeid waren, gingen over het maken van afspraken: wie doet wat en wanneer moet het af zijn. De dialogen gingen daardoor niet over het concept biodiversiteit. De brochureteksten gingen wel over visserij en gaswinning in het Waddengebied, maar het concept biodiversiteit werd ook daarin niet gehanteerd, omdat het concept en de werkdefinitie niet als nuttig gereedschap werden beschouwd door de leerlingen. Het concept biodiversiteit werd in de eerste casestudie niet door leerlingen gerecontextualiseerd.

Hoofdstuk 5 beschrijft de resultaten van de verdiepende literatuurstudie die werd uitgevoerd naar aanleiding van vragen die door de evaluatie van de eerste versie van onderwijsleerstrategie ontstonden over de vakdidactische ontwerpcriteria. Met name uit vragen over de wijze waarop centrale begrippen ontleend aan de cultuurhistorische theorie werden gehanteerd in de eerste casestudie, en over de uitwerking van samenwerkend leren en de probleemstellende benadering ontstond de volgende onderzoeksvraag, afgeleid van de eerste deelvraag. DV 1c: Hoe moeten de concepten activiteit, handelingspraktijk, concept, context en recontextualiseren worden gepreciseerd en de kennisbasis van onderwijsleerbenaderingen 'samenwerkend leren', 'de probleemstellende benadering' en 'de concept-contextbenadering' worden verbreed om een effectieve onderwijsleerstrategie voor het wendbaar leren hanteren van het concept biodiversiteit te kunnen ontwerpen? Hoofdstuk 5 beschrijft de ontwikkeling van de concept-contextbenadering avant la lettre als een derde vakdidactisch ontwerpcriterium naast samenwerkend leren en de

probleemstellende benadering op basis van de verdiepende literatuurstudie die aansluitend op de eerste casestudie werd uitgevoerd, gecombineerd met inzichten uit de secundaire analyse en literatuur van recenter datum.

Hoofdstuk 6 beschrijft de tweede casestudie, uitgevoerd in 6 vwo. De bevindingen van de evaluatie van de eerste versie van de onderwijsleerstrategie (**hoofdstuk 4**) en de resultaten van de verdiepende literatuurstudie (**hoofdstuk 5**) werden verwerkt in de tweede versie van de onderwijsleerstrategie. De tweede onderwijsleerstrategie verschilt van de eerste versie doordat samenwerkend leren en de probleemstellende benadering expliciet zijn toegepast en de concept-contextbenadering avant la lettre is uitgewerkt in een concept-contextstructuur. De tweede onderwijsleerstrategie laat zich kenschetsen door het gebruik van een morfologiepracticum als 'taxonomische context' voor een eenvoudige betekenis van het concept biodiversiteit als 'soortenrijkdom'. Door middel van een samenhangende contextstructuur en probleemstructuur wordt het concept vanaf deze eenvoudige betekenis uitgebreid tot de werkdefinitie van het concept biodiversiteit als 'index'. De jigsawmethode (expertsysteem) wordt toegepast om een vorm van samenwerkend leren en probleemsituaties te creëren die dialoog over het concept biodiversiteit teweeg brengt. De context waarin leerlingen de werkdefinitie ontwikkelen, namelijk het practicum, is anders dan de context waarin zij oefenen met het recontextualiseren van het concept biodiversiteit, namelijk het geven van advies over de wenselijkheid van gaswinning in het Waddengebied door de voordelen van het gas af te wegen tegen de gevolgen voor de biodiversiteit van het gebied. Er wordt gedefinieerd wat een recontextualisering door een leerling als analyseobject precies inhoudt. Er wordt een toets ontwikkelt waarmee de leerresultaten voor het recontextualiseren van het concept biodiversiteit worden gemeten. De toets bestaat uit een achtergrondartikel uit een landelijke kwaliteitskrant over gaswinning in de Waddenzee. Van de leerling wordt kritisch commentaar gevraagd op de tekst, met behulp van de werkdefinitie van het concept biodiversiteit. De context is herkenbaar, maar de handeling voor de leerling is anders, waardoor de leerling het concept biodiversiteit moet recontextualiseren. De evaluatie van de tweede versie van de onderwijsleerstrategie op het niveau van de onderwijsleeractiviteiten, de strategie en de ontwerpcriteria, laat zien dat de tweede versie van de onderwijsleerstrategie grotendeels uitvoerbaar en effectief is. Een redelijk percentage van 50% van de leerlingen, recontextualiseerde de vier componenten van de werkdefinitie, 90% recontextualiseerde in elk geval drie componenten – soortenrijdom, abundantie, ruimte en tijd – en hanteerden de componenten flexibel bij het becommentariëren van het krantenartikel.

Hoofdstuk 7 beschrijft de derde casestudie. De doelstelling van de derde casestudie was om meer leerlingen het concept biodiversiteit te leren recontextualiseren, en op een hoger niveau, door aanpassingen aan de onderwijsleerstrategie. In hoofdstuk 7 worden die aanpassingen beschreven en toegepast in de derde lessenreeks. Deze lessenreeks is uitgevoerd met twee docenten in twee 4 havo-klassen. In hoofdlijnen is de derde versie van de onderwijsleerstrategie gelijk aan de tweede versie. Er zijn echter ook verschillen. De conceptuele kernen 'natuur' en 'natuurlijke hulpbron' worden toegepast, waardoor een andere vorm van recontextualiseren wordt toegevoegd. Naast het recontextualiseren van de componenten van de werkdefinitie van het concept biodiversiteit als 'index' in een nieuwe context (**hoofdstuk 6**), was het de bedoeling de leerlingen ook de conceptuele kern van het concept biodiversiteit als 'natuur', 'natuurlijke hulpbron' en 'index' zouden leren

aanpassen aan een nieuwe context. Verder wordt de werkdefinitie van het concept biodiversiteit door de leerlingen als hun eigen product ontwikkeld. Die geleidelijk ontwikkeling wordt door de docent ondersteund met behulp van de docentenhandleiding (vangnet). Uit de evaluatie van de derde onderwijsleerstrategie blijkt dat leerlingen de betekenissen van biodiversiteit als 'natuur' en 'natuurlijke hulpbron' vooral verwarrend vonden, maar de leerlingen ontwikkelden wel de werkdefinitie als een eigen product. Meer dan de helft van de leerlingen kon de componenten van de werkdefinitie recontextualiseren op de toets. Een viertal leerlingen uit dezelfde klas, van de in totaal dertig leerlingen van de twee klassen, behaalde met meer dan 75-90% van het aantal mogelijke recontextualiseringen een bijzonder goed resultaat.

Hoofdstuk 8 presenteert een voorstel voor een 'definitieve' versie van een uitvoerbare en effectieve onderwijsleerstrategie voor het flexibel hanteren van het concept biodiversiteit in nieuwe contexten in de bovenbouw biologie havo en vwo. Dezelfde ontwerpcriteria als voor de tweede en derde versie van de onderwijsleerstrategie worden gehanteerd. De meeste onderwijsleeractiviteiten waaruit de definitieve versie bestaat, zijn beproefd en uitvoerbaar en effectief gebleken. Aanpassingen en toevoegingen zijn aangegeven.

In principe is een onderwijsleerstrategie nooit voltooid. Uit een vergelijking van de tweede en derde versie van de onderwijsleerstrategie blijkt echter dat van een vierde casestudie geen nieuwe opbrengst verwacht hoeft te worden, afgezien van een groter aantal leerlingen dat zou kunnen leren recontextualiseren. Er is een verzadigingspunt bereikt in de verdiepingen en aanvullingen van de ontwerpcriteria en de uitwerkingen van de onderwijsleercriteria in onderwijsleeractiviteiten. Door middel van een analogieredenering wordt de generaliseerbaarheid van de definitieve versie van de onderwijsleerstrategie voor andere meerduidige en contextafhankelijke biologische concepten belicht. De veronderstelde kenmerken van een onderwijsleerstrategie voor biologische concepten worden beschreven.

Tot slot wordt een aantal mogelijke consequenties van de voorgestelde onderwijsleerstrategie voor het flexibel hanteren van biologische concepten voor biologieonderwijs en biologiedidactisch onderzoek besproken.

Summary

This thesis reports on a design-research study concerning a learning-and-teaching strategy for the flexible use of the concept of biodiversity in new contexts, in upper secondary biology education.

The study consists of three phases. The first phase was carried out between 1995-1998 at the Department of Biology Education, Centre for Didactics of Mathematics and Science (CD-ß), Utrecht University, in cooperation with the Department of Agricultural Education, Wageningen University. The former Dutch Ministry of Agriculture, Nature Management and Fisheries commissioned this project. The research question was: On what knowledge base, and by which method to derive sub-topics from that knowledge base, can theoretically and practically grounded teaching and learning materials be designed, that aim to enthuse and engage learners aged 15+ for the topic of biodiversity? This study was published as a report by the National Reference Centre for Nature Management.

In the second phase a design-research study was carried out, at the Department of Biology Education at CD-ß, between 1998-2001. A learning-and-teaching strategy and teaching-and-learning materials were developed, based on the results of the first research phase, and tested in a series of three case studies. The question was how coping with the context-dependent and ambiguous concept of biodiversity could be feasibly and efficiently taught and learned in upper secondary biology education. After an intermezzo, the publication of the report *Leerlijn biologie van 4 tot 18 jaar* by the CVBO, the committee for the revision of the Dutch biology curriculum, initiated the third phase in 2007.

The third phase of the study was carried out between 2007-2014 at the Freudenthal Institute for Science and Mathematics Education (FIsme), and consisted of a secondary analysis of the data collected in the case studies. This thesis was guided by the following research question, which was based on the question from the design-research project mentioned above.

RQ What are the characteristics of a feasible and effective teaching-and-learning strategy for the flexible use of the concept of biodiversity in new contexts in upper secondary biology education?

Chapter 1 introduces the research question and elaborates on the technical terms used, by describing the question's theoretical backgrounds. The notions of 'concept', 'context' en 'flexible use of a concept' (by recontextualising it) are rooted in cultural-historical activity theory. A cultural-historical perspective on learning also underlies the *concept-context approach* underpinning the new national examination program for upper secondary biology education that has been in effect since August 1, 2013. The way cultural historical activity theory is adapted in the thesis is discussed briefly in chapter 1 and elaborated on in more detail in chapter 5. Furthermore, the *meaning is use* theory about the meaning of a concept – which influenced the analysis of the concept of biodiversity, as described in chapter 3 – is introduced. Chapter 1 also highlights the tradition of design-research at FIsme and previously at CD-ß. Two educational design criteria used in the design-study are derived from studies in cooperative (collaborative) learning and the problem posing approach. The concept of biodiversity is briefly introduced in anticipation of the detailed analysis of the concept presented in chapter 3. As a frequently used index in ecology, the concept

of biodiversity is scientifically relevant. Its relevance for biology education is stated by the CVBO. Biodiversity is one of the key concepts in the recently revised biology curriculum. The concept of biodiversity also bears social relevance, because of its symbolic meaning as 'Life on Earth' in international nature policy. At the 1992 Earth Summit in Rio de Janeiro, 168 countries signed the Convention on Biological Diversity (CBD), including the Netherlands. However, the concept of biodiversity is context-dependent and ambiguous, i.e. it has different meanings, depending on the context in which it is used. On the one hand, its value as a symbol for growing awareness of the deterioration of the living environment and its utility for ecological research, and on the other hand the complexity of the concept, motivated the design-research.

Chapter 2 describes the research design and the methods applied in the successive steps of the research project. Presented along with these steps are the corresponding research questions. In the explorative phase the applied research methods described are expert-interviews, an explorative literature study (concerning biodiversity, cooperative learning and the problem-posing approach to teaching and learning) and a Delphi-study. For the second phase, the design-research study, the methods of case study research and design-research are discussed. Design-research is an iterative design process, consisting of a series of connected case studies aiming to develop a practically and theoretically grounded learning-and-teaching strategy to solve a particular educational problem or need. At the start of a design-research project, design criteria are derived from teaching and learning theories. Based on these criteria an initial teaching-and-learning strategy is designed, operationalized in teaching and learning materials and a series of lessons and put to the test in a classroom situation. Finally, evaluating the teaching-and-learning strategy and suggesting adjustments complete the design cycle. In this thesis the term case study is used to indicate a full design cycle. If required, the design of a new version of the teaching-and-learning strategy, using the adjustments, would start the next case study. Often a series of case studies is carried out to develop a feasible and effective teaching-and-learning strategy.

The smallest unit of analysis in a case study is a teaching-and-learning activity. Teaching-and-learning activities are the building blocks of teaching-and-learning strategies. The evaluation of a teaching-and-learning strategy results in adjustments of teaching-and-learning activities, a new version of the strategy, which will possibly be tested in a succeeding case study.

The sub-research question addressed to in the explorative phase was formulated as follows.

SRQ 1 Which design criteria apply to the development of a teaching-and-learning strategy aimed at recontextualising the concept of biodiversity in upper secondary biology education?

The sub-research question addressed to in the design-research phase was stated as follows.

SRQ 2 What are the characteristics of a feasible and effective teaching-and-learning strategy for recontextualising the concept of biodiversity in upper secondary biology education?

In the secondary analysis two sub-research questions were added.

SRQ 3 How do students learn to recontextualise the concept of biodiversity through the teaching-and-learning strategy?

SRQ 4 How well and to what extent do students learn to recontextualise the concept of biodiversity through the teaching-and-learning strategy?

Chapter 3 describes an analysis of the concept of biodiversity. Two sub-research questions were addressed. SRQ 1a: What are authentic social practices in which the concept of biodiversity is a key concept? In other words, which authentic social practices are actually *biodiversity-based*? And sub-research question SRQ 1b: What are context-specific meanings of the concept of biodiversity corresponding to these biodiversity-based social practices? Biodiversity-based refers to particular social practices involving a community of practitioners using the concept of biodiversity relatively frequently as a key concept. The selection of scientific literature and nature policy documents (SRQ 1a) and the analyses of the selected texts (SRQ 1b) were carried out in an interchanging process. The use of the concept of biodiversity, the users' (subjects') objectives and consequentially the meaning of the concept were analysed in texts identified as biodiversity-based. The selection of new texts and their analysis continued until 'saturation' was reached, i.e. until the texts revealed no more new information. Chapter 3 presents a discussion of exemplary fragments of biodiversity-based text. This presentation serves two purposes. Firstly it demonstrates the method of analysis of the concept of biodiversity. Secondly it explains the meanings of the three conceptual cores of the concept, 'nature', 'natural source' and 'index'. A working definition of the concept of biodiversity as 'index' is developed (§ 3.2) and a procedure for determining the meaning of the concept of biodiversity in biodiversity-based texts. The conceptual cores, the meaning determining procedure and the working definition form a conceptual structure and subject-specific design criteria for the case studies in this thesis. The case studies led to modification of the working definition to meet the required educational features (§ 7.3).

Biodiversity $=_{def}$ the number of species (S = species richness) and the number of individual organisms of each species (A = abundance) in a particular area (R = special dimension), in a particular time interval or period (T = temporal dimension).

Chapter 4 describes the results of the first case study, carried out in 4 vwo[1]. This case study was basically a *pilot study*. The case study involved first time experiences in many procedures: development and application of a scenario (the teachers and researchers manual), audio-recording students' dialogues, communicating and cooperating with the teacher and recording lesson observations.

1 Vwo, or *voorbereidend wetenschappelijk onderwijs* = pre-university education; 4 vwo is the first of three years of upper pre-university secondary education; entrance age to this level is typically 15 or 16 years; the final year, 6 vwo, is concluded with a national exam.

The first version of the teaching-and-learning strategy was basically three-staged: orientation on the main teaching-and-learning context consisting of a diversity of human activities in the Wadden Sea Area[2], introduction of the working definition of the concept of biodiversity as 'index', practise application of the working definition as a tool for writing a touristic brochure with information about human activities in the Wadden Sea Area. The students were divided into groups, and groups specialised in specific activities, such as fisheries and exploitation of the natural gas deposit. The unsubstantiated assumption was: the meaning of the concept of biodiversity will differ among the various activities, so the students will need to use the working definition to solve conceptual differences. The case study did not support this assumption. Two design flaws were identified. Firstly the working definition was introduced 'ready-made' as a solution, without the students appreciating any problem, not understanding any use for the tool. In other words, the design criterion of the problem-posing approach was not operationally effective in the teaching-and-learning strategy. Secondly the students chose division of labour as their favourite form of cooperation for this project. Dialogues were about making arrangements rather than reflecting on the meaning of the concept of biodiversity or using the working definition. Although the brochure text dealt with the subjects of fisheries and gas exploitation in the Wadden Sea Area, the students did not use the concept of biodiversity. Hence the first teaching-and-learning strategy was feasible, although not effective in teaching and learning the flexible use of the concept of biodiversity in new contexts.

Chapter 5 describes the results of the advanced literature study carried out to answer the sub-research questions about the educational design criteria raised by the evaluation of the first teaching-and-learning strategy. Cooperative learning and the problem-posing approach would be approached differently in the second case study. In addition, five terms used in designing the first teaching-and-learning strategy were identified as lacking profound development. These terms were the main subject of the advanced literature study, asking the following sub-research question. SRQ 1c: What is the adequate specification of the terms 'activity', 'social practice', 'concept', 'context' and 'recontextualising' and what knowledge of 'cooperative learning' and 'the problem-posing approach' is relevant for a (feasible and) effective teaching-and-learning strategy for the flexible use of the concept of biodiversity? Rewritten in the third research phase of secondary analysis, with an increased understanding of the cultural-historical notions supported by the developed concept-context approach, Chapter 5 describes the concept-context approach avant la lettre, resulting in a third design criterion.

Chapter 6 describes the second case study, carried out in 6 vwo. The results of the first evaluation (chapter 4) and the advanced literature study (chapter 5) led to the largely adjusted second version of the teaching-and-learning strategy.

2 The Dutch Wadden Sea Area is part of a larger estuary, characterised by its nutrient rich brackish water, low tides and tidal flats. It is an important breeding area for sea birds and seals. The Dutch part includes the Dutch Wadden Sea, the Dutch Wadden Islands and the Dutch Wadden Sea shores. In 2009, the Dutch and German parts of the Wadden Sea were inscribed on UNESCO's World Heritage List. The Dutch Wadden Sea Area includes three National Parks: *Duinen van Texel, Schiermonnikoog* and *Lauwersmeer.*

Cooperative learning, the problem-posing approach and the concept-context approach avant la lettre are combined in a new type of structure, a concept-context structure. A dissection course involving complete specimens of ten different species was used to introduce the concept of biodiversity as 'species richness' the first component of the working definition, in a 'taxonomical context'. In a series of contextual changes the students develop their own version of the working definition of the concept of biodiversity as 'index'. The working definition is then used as a tool for the task of advising participants of the discussion about gas exploitation in de Wadden Sea Area. As a cooperative work form, the jigsaw method is applied to create the problem situation of an advisory board with five members using five different definitions of the concept of biodiversity, stimulating dialogues about the concept of biodiversity to solve the definition issues. However, the students 'jumped' to compatible definitions sooner. However, many dialogues addressing the concept of biodiversity are recorded in this case study. In the second case study the interpretation of fragments of dialogue and written text as recontextualising the concept of biodiversity was more pronounced. The use of the components of the working definition to solve problems indicates recontextualisation. A written recontextualising test is developed to measure learning results. This test consists of a newspaper article discussing the pros and cons of natural gas exploitation in the Wadden Sea Area. The students' task is to comment on the author's arguments using the working definition of the concept of biodiversity. The contextual change from the practising context to the test context is not situated in the main teaching-and-learning context, as derived from the social practice of gas exploitation, but is situated in the more specific tasks the students have to perform. The students are to some extent familiar with the test-context and possess a certain body of relevant knowledge to perform the task of article commentator. The task of commentator differs from the task of the advisory board member. The test confronts the student with the author's usage of (components of) the concept of biodiversity, so recontextualising the concept is required. The evaluation of the second version of the teaching-and-learning strategy shows evidence of recontextualising the concept of biodiversity in the students' dialogues and test results. A reasonable number of 50% of the students recontextualised all four components of the working definition: species richness, abundance, and the special and temporal dimensions; a fair 90% of the students recontextualised at least three.

Chapter 7 describes the third case study. The third case study aimed to increase the number of students recontextualising all four components of the working definition as a result of the adjusted third version of the teaching-and-learning strategy. Chapter 7 describes the adjustments and the resulting series of lessons, carried out by two teachers and two 4 havo[3] groups. To a large extent the third strategy resembles the second strategy. However, the two designs have some differences. The third version of the strategy pays attention to the other two conceptual cores of the concept of biodiversity, identified in the conceptual analysis described in chapter 3, introducing a different type of recontextualisation. Still the working definition, with 'index' as its conceptual core , is developed by the students following a concept-context structure, although using smaller steps.

3 Havo, or *hoger algemeen voortgezet onderwijs* = higher general secondary education which prepares for higher professional education; 4 havo is the first year of upper higher general secondary education; entrance age to this level is typically 15 or 16 years; the final year, 5 havo, is concluded with a national exam.

More attention is paid to the teacher's *scaffolding* task, while allowing the students to gain ownership of their version of the working definition. After a classroom session with the teacher asking questions and filtering the relevant components, the working definition on the blackboard is the students' product. Results on recontextualising the conceptual cores of 'nature' and 'natural source' were poor. Considering a larger number of students resulting in a larger deviation of frequencies, however, the result on recontextualising the concept of biodiversity as 'index' equalled the second case study. Almost 50% of the students recontextualised all four components of the work-definition and another 20% recontextualised three components. Four students in the same group achieved notably high test results. They utilized 75-90% of all opportunities in the test for recontextualising a component of the concept of biodiversity.

Chapter 8 proposes a 'definite' version of a feasible and effective teaching-and-learning strategy for the flexible use of the concept of biodiversity in new contexts in upper secondary biology education. The same design criteria are used as in the second and third case study. Most of the teaching-and-learning activities are tested and proved feasible and effective. Some adjustments and additions are applied and clearly marked.

Almost by definition, developing a teaching-and-learning strategy is an incomplete process. Comparing the second and third case studies, a fourth case study would not bring about new scientific output, although the challenge remains to achieve a higher number of students recontextualising all four components of the concept of biodiversity. After the third case study, the research project reached a point of saturation according to gaining insight in the process of teaching and learning how to flexibly use the concept of biodiversity in new contexts.

By analogical argumentation the generalizability of the teaching-and-learning strategy aimed at recontextualising the concept of biodiversity is explored for other ambiguous and context-dependent biological concepts. The assumed features are presented and discussed.

Finally, some possible consequences of the proposed teaching-and-learning strategy for the flexible use of biological concepts are discussed.

Dankwoord

Bedankt…

Kerst Boersma, voor het begeleiden van mijn onderzoek gedurende vrijwel de gehele looptijd van bijna twintig jaar, voor het aannemen van de uitdaging om na mijn jarenlange schrijfpauze de begeleiding van dit proefschrift op mijn verzoek opnieuw ter hand te nemen en dit vol te houden, ook nadat je in 2010 met emeritaat ging, voor je enthousiasme en je kennis van zaken, voor de voortrekkersrol in de ontwikkeling van de concept-contextbenadering, de ruggengraad van dit proefschrift, voor de aangename gesprekken in Zwolle en de vele gedegen commentaren op mijn conceptversies. Ik bewonder je geduld. Ik ben er trots op dat ik je leerling ben en dat ik uiteindelijk mijn taak heb afgekregen.

James McAllister en Diedel Kornet, Universiteit Leiden, en Wim van der Steen, Vrije Universiteit, Amsterdam, voor de begeleiding van mijn eindscripties wetenschapsfilosofie en wijsbegeerte van de biologie, waarmee de basis werd gelegd voor het onderzoek dat in dit proefschrift is beschreven.

Alle geïnterviewde leerplanontwikkelaars, medewerkers van natuur- en milieu-educatiecentra en publieksinstellingen, beleidsmedewerkers en biologen, en alle experts die zich hebben ingezet voor de Delphi-studie, voor jullie bijdragen aan de eerste fase van dit onderzoek, de eerste stappen van een analyse van het concept biodiversiteit en de kennismaking met de cultuurhistorische theorie.

Alle leerlingen van de deelnemende scholen, bijna zeventig in totaal, nu jonge dertigers, voor jullie welwillende inzet en jullie dialogen. Myrrhe, voor het uitschrijven van een groot deel van de audio-opnamen. Studenten van de Universiteit Utrecht, waaronder Caspar, Esther, Marika en Meike, voor jullie bijdragen aan het onderzoek. Elsa van Straaten, voor je intelligente, georganiseerde bijdrage aan de casestudies in het kader van je scriptie, en voor de samenwerking.

Docenten Astrid, Babette, Joost en Paul, voor het meedenken en mede ontwikkelen van het experimentele lesmateriaal, het kritisch evalueren van de lessen, het beschikbaar stellen van jullie eigen lesmateriaal en het uitvoeren van de ontworpen onderwijsleeractiviteiten. Andrée, Esther, Eva en Tjeerd, voor jullie betrokkenheid en jullie substantiële bijdragen.

Petran Kockelkoren, Universiteit Twente, en Bert van Oers, Vrije Universiteit van Amsterdam, voor jullie wetenschappelijke adviezen. Chris Maas Geesteranus, Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij (LNV), IKC Natuurbeheer, voor je leidinggevende functie in het project ‘Biodiversiteit als leergebied van NME’. Dirk Huitzing, Ministerie van LNV, directie Natuurbeheer, voor je beleidsadviezen en warme betrokkenheid bij het project.

Collega’s van de Universiteit Wageningen, Art Alblas, Marjan Margadant-van Arcken, voor verhelderende gesprekken en adviezen, en Arjen Wals, voor de samenwerking aan het project ‘Biodiversiteit als leergebied van NME’.

Collega's van de Universiteit Utrecht, Centrum voor Didactiek van Wiskunde en Natuurwetenschappen; velen hebben bijgedragen aan dit proefschrift, in persoon of via de literatuur, of allebei. Ik kan lang niet iedereen noemen. Fred Janssen, voor je behulpzaamheid en je bereidheid om op elk moment in gesprek te gaan over theoretische onderwerpen, voor je lessen didactiek, later in Leiden, en voor je vriendschap. Hanna en Hanneke, samen met Christine, voor het vrolijke entertainment na het werk. Buiten de vakgroep, buiten het werk, Eric Gouda, voor de kempolessen.

Paranimf Marie-Christine Knippels, Christine, voor je werkkamergenootschap en de vrijdagmiddagborrels op willekeurige werkdagen, voor je hartelijke vriendschap. 'Powernimf' Shannon Streifel voor je betrokken vriendschap, ontstaan rond het jeugdkempo, en voor de initiatieven die je neemt om weer af te spreken, inmiddels samen met Helouise en dochter Marrit. Beste paranimfen, hoewel jullie elkaar destijds niet kenden, zijn jullie allebei stevige ankers voor mij geweest in die stormachtige periode van mijn leven.

Een aantal collega's uit de begintijd van mijn onderzoek in Utrecht kan het voltooien van mijn proefschrift helaas niet meer meemaken. Peter Voogt, professor Didactiek van de Biologie en eerste promotor bij aanvang van mijn onderzoek, bedank ik voor mijn aanstelling destijds, en voor zijn begeleiding in de eerste fase van het onderzoek. Jan Boertjes, voor zijn relativerende humor, Wobbe de Vos voor de scherpzinnige opmerkingen die hij maakte over de betekenis van het concept biodiversiteit. Rob Soekarjo, voor zijn wijze woorden en zijn vriendschap. Rob zie ik als mijn mentor in die tijd, informeel. Formeel zou hij die functie waarschijnlijk uit bescheidenheid hebben geweigerd. Hij hield van de stelling dat iedereen autodidact is. Misschien een opvallende opvatting voor een didacticus, maar ik begrijp na enige jaren ervaring als docent precies wat hij bedoelde. Hij gaf mij de goede raad om bij Eric te gaan trainen. Het doet me verdriet dat Rob niet bij de promotie aanwezig kan zijn.

Collega's van de Universiteit Twente, vooral Bregje, Hans, Jan en Sarah, voor de gelegenheid om aan interessant onderzoek mee te werken en de gezelligheid in de vrije tijd. Jan en Elly, met Emma, voor de fijne vriendschap die zich in mijn tijd in Enschede ontwikkelde.

Collega's van de sectie biologie van het Northgo College, Paul Lichtenbeld en Corien van den Ende, Dennis Kaptein, voor de warmte waarmee jullie mij als nieuwe collega ontvingen en na een jaar weer net zo warm uitzwaaiden.

Collega's van het Drachtster Lyceum, voor jullie betrokkenheid. Feikje Riedstra, voor de fijne samenwerking, je positiviteit en je stabiliteit, voor het stimuleren van mijn ambitie om mijn proefschrift weer op te pakken. Gwen van de Stouwe, voor het bieden van kansen om me te ontwikkelen en de nodige tijd en speelruimte om te schrijven. Collega's van de sectie biologie, Celeste, Froukje, John, Leo, Marja, Reintsje en Renate, voor jullie inhoudelijke belangstelling voor mijn onderzoek en jullie plagerijen. Betsy, Chris, Diny, Gerrit, Heleen, Jan, Jikke, Koos, Loes, Monique, Marleen en Marleen, Sietse, Stephan, Theo, Wendy en vele anderen, voor jullie support en fijne collegialiteit, voor het eenvoudiger en plezieriger maken van de dagelijkse werkzaamheden, wat noodzakelijk was om het schrijven naast school uitvoerbaar te houden.

Lena Hummel, Susy Tan en Margje Duursma, voor jullie waardevolle coaching in verschillende fasen van mijn onderzoek en proefschriftschrijverij.

Menno Wierdsma, voor de referentie die je proefschrift heeft geboden. We hebben tot nu toe geen tijd gehad om eens rustig te reflecteren en onze concepten over en weer te recontextualiseren. Wie weet komt dat er nog eens van.

Nathalie Kuijpers, voor je nauwgezette correcties en de omslag. Ook je ondersteuning op afstand bij het regelen van de vele praktische zaken die bij de afronding van een proefschrift komen kijken, heb ik zeer gewaardeerd.

Lieve vrienden, voor het delen van plezier en af en toe verdriet. Ik hoef jullie niet allemaal bij naam te noemen, maar ik denk aan jullie. Aart, Jeroen, voor vriendschappen die dertig jaar teruggaan, soms ver weg lijken, maar nooit voorbij gaan. Antoinette en Patrick, met Romy en Nova, voor onze Eftelingtraditie, voor jullie flexplek met wifi en barbecuebuffet. Iris en Dirk-Jan voor technisch advies over de afwerking van het boek. Gerdien en Remco, met Bonne en Lara, voor jullie ongedwongen vriendschap. Dankzij jullie is er in Hemrik altijd wat te beleven.

Lydia en Judith, mijn lieve zussen, voor jullie begrip en wijsheid, voor de slappe lach en de serieuze gesprekken, voor het onvermoeibaar aanhoren van updates over mijn proefschrift. Bertil, met Jochem en Renske; Magnus, met Axel, Emil en Oscar, voor jullie onafscheidelijkheid van Lyd en Juud, en de belangstelling voor de wetenschappelijke ambities van jullie zwager. Remco en Dany, met Loane en Beriau; Michèle en Timo, met Rem en Frank, voor het af en toe uitlenen van jullie woningen, om in afzondering te kunnen schrijven, voor het regelmatig delen van jullie huis met ons gezin, voor de gezelligheid, en voor de vakantie met z'n allen in het blauwe huis in de Harz. Lieve familie, met name Julia en Bert, nichten Mariëlla, Sylvia en Sonja, en Oma Postma, voor de onwrikbare familieband en jullie belangstelling en betrokkenheid, altijd op de hoogte via onze tamtam. Frits en Elvire, mijn verfranste schoonouders, voor de goede zorgen en de gezelligheid in Mérigny, waar grote delen van dit proefschrift zijn geschreven. Het volgende bezoek is proefschriftvrij.

Jan en Etty, mijn liefhebbende ouders, voor jullie liefde en het vertrouwen dat jullie altijd in mij hebben, voor alle jaren meeleven met mijn onderzoek en schrijfwerk. Jan, voor je enthousiaste trotse verhalen waarin alles wat ik zo goed mogelijk probeer te doen nog beter lijkt, wat me zowel zelfvertrouwen heeft meegegeven als de ambitie om te bewijzen dat je gelijk hebt. Etty, voor de zekerheid die je mij hebt meegegeven dat het in orde is om mijn eigen avonturen te beleven; je hebt immers een verantwoordelijke zoon. Jullie weten wat het is om moeite te doen, te leren, te veranderen, doelen te bereiken, en het nodige te incasseren en te accepteren. Daar heb ik veel respect voor. Ik hou van jullie en blijf van jullie leren.

Elvire en Arthur, dochter en zoon, voor de inspiratie die jullie mij geven. Dagelijks meemaken hoe jullie opgroeien is een onbeschrijfelijk geluk. Jullie hebben het de afgelopen jaren meer dan eens zonder mij moeten doen met dagjes uit en weekendjes weg. Dit was voor mij de grootste stok achter de deur om door te werken, want ik wilde niet voor niets de pret missen. Ik hou van jullie, lieve 'knaffels'.

Elvire, mijn echtgenote, mijn lieve Vier, ik hou van jou. Je hebt mijn geschrijf mogelijk gemaakt door heel wat offers en inspanningen, extra corvee, vele vrije dagen en lange autoritten met onze kinderen, zonder mij, een luisterend oor, tot je knieën in de papieren en boeken, overal stapels dozen met proefschriftmateriaal die in de weg stonden en die met iedere verhuizing weer mee moesten. Je hebt het allemaal moedig en liefdevol doorstaan. Bedankt voor het respecteren van het ingestelde rantsoen van drie grappen over mijn proefschrift per jaar, voor vele uren solitaire werktijd door iedere keer weer iets spannends te verzinnen voor Elvire en Arthur, voor je geduld en voor je duidelijkheid, voor de humoristische wijze waarop je mij met twee benen op de grond houdt, voor alle dromen en immateriële kostbaarheden die we delen.

Curriculum vitae

Daan van Weelie werd geboren op 4 februari 1970 in Wassenaar. Hij groeide op in Lochem en behaalde daar zijn vwo-diploma aan de RSG. Van 1988 tot 1994 studeerde hij filosofie aan de Universiteit Leiden, met biologie en wijsbegeerte van de biologie als bijvakken. Deze studie voltooide hij in 1994 met een scriptie over de betekenis van het concept 'populatie' in de fylogenetische systematiek. Tijdens zijn studie ontwikkelde hij affiniteit met onderwijs. Hij richtte met studiegenoten een studievereniging op en was student-lid van de onderwijscommissie van de faculteit Wijsbegeerte. In 1993 werd hij huiswerkbegeleider op een internaat in Oegstgeest. Van 1993 tot 1994 was hij achtereenvolgens MBO-docent arbeidsfilosofie in Haarlem en HBO-docent ethiek, filosofie en sociologie in Rotterdam. In 1995 was hij vervangend docent in diverse vakken in het (I)VBO op het Noordrandcollege in Rotterdam. Het onderzoek bleef echter zijn belangstelling houden. In 1995 solliciteerde hij met succes bij de Universiteit Utrecht. Vervolgens was hij van 1995 tot 1998 als assistent in opleiding verbonden aan het Centrum voor de Didactiek van Natuurwetenschappen en Wiskunde (CD-ß) en betrokken bij het onderzoeksproject 'Biodiversiteit als leergebied van NME'. Hij verhuisde in 1998 van Leiden naar Utrecht. Van 1998 tot 2001 was hij opnieuw verbonden aan het CD-ß en deed ontwikkelingsonderzoek naar een onderwijsleerstrategie voor het concept biodiversiteit. Na de Utrechtse periode werd Enschede zijn nieuwe standplaats nadat hij medewerker onderzoek werd bij de vakgroep Onderwijskunde aan de Universiteit Twente. In Enschede deed hij van 2001 tot 2003 onderzoek in de didactiek van het vak techniek in het basisonderwijs. Plezier in het werken met leerlingen tijdens het onderzoek in de klas vormde de motivatie voor de overstap van onderzoek doen naar lesgeven. In 2004 verhuisde hij naar Den Haag en startte met de lerarenopleiding biologie in Leiden. Tegelijkertijd werd hij docent aan het Northgo College te Noordwijk. Sinds 2005 werkt hij bij Singelland, locatie Het Drachtster Lyceum. Hij woont met zijn echtgenote en twee kinderen in Hemrik. In de periode 2005 tot 2010 doceerde hij biologie en algemene natuurwetenschappen en was hij vier jaar brugklasmentor. Vanaf 2010 tot op heden is hij teamleider van het brugklasteam van Het Drachtster Lyceum.

FIsme Scientific Library

(formerly published as CD-β Scientific Library)

83. Bakker, Marjoke (2014). *Using mini-games for learning multiplication and division: a longitudinal effect study.*
82. Ngô Vũ Thu Hăng (2014). *Design of a social constructivism-based curriculum for primary science education in Confucian heritage culture.*
81. Sun, Lei (2014). *From rhetoric to practice: enhancing environmental literacy of pupils in China.*
80. Mazereeuw, M. (2013). *The functionality of biological knowledge in the workplace. Integrating school and workplace learning about reproduction.*
79. Dierdorp, A. (2013). *Learning correlation and regression within authentic contexts.*
78. Dolfing, R. (2013). *Teachers' Professional Development in Context-based Chemistry Education. Strategies to Support Teachers in Developing Domain-specific Expertise.*
77. Mil, M.H.W. van (2013). *Learning and teaching the molecular basis of life.*
76. Antwi, V. (2013). *Interactive teaching of mechanics in a Ghanaian university context.*
75. Smit, J. (2013). *Scaffolding language in multilingual mathematics classrooms.*
74. Stolk, M.J. (2013). *Empowering chemistry teachers for context-based education. Towards a framework for design and evaluation of a teacher professional development programme in curriculum innovations.*
73. Agung, S. (2013). *Facilitating professional development of* Madrasah *chemistry teachers. Analysis of its establishment in the decentralized educational system of Indonesia.*
72. Wierdsma, M. (2012). *Recontextualising cellular respiration.*
71. Peltenburg, M. (2012). *Mathematical potential of special education students.*
70. Moolenbroek, A. van (2012). *Be aware of behaviour. Learning and teaching behavioural biology in secondary education.*
69. Prins, G.T., Vos, M.A.J. & Pilot, A. (2011). *Leerlingpercepties van onderzoek & ontwerpen in het technasium.*
68. Bokhove, Chr. (2011). *Use of ICT for acquiring, practicing and assessing algebraic expertise.*
67. Boerwinkel, D.J. & Waarlo, A.J. (2011). *Genomics education for decision-making. Proceedings of the second invitational workshop on genomics education, 2-3 December 2010.*
66. Kolovou, A. (2011). *Mathematical problem solving in primary school*.
65. Meijer, M. R. (2011). *Macro-meso-micro thinking with structure-property relations for chemistry. An explorative design-based study*.
64. Kortland, J. & Klaassen, C. J. W. M. (2010). *Designing theory-based teaching-learning sequences for science. Proceedings of the symposium in honour of Piet Lijnse at the time of his retirement as professor of Physics Didactics at Utrecht University*.

63. Prins, G. T. (2010).*Teaching and learning of modelling in chemistry education. Authentic practices as contexts for learning*.
62. Boerwinkel, D. J. & Waarlo, A. J. (2010). *Rethinking science curricula in the genomics era. Proceedings of an invitational workshop*.
61. Ormel, B. J. B. (2010). *Het natuurwetenschappelijk modelleren van dynamische systemen. Naar een didactiek voor het voortgezet onderwijs*.
60. Hammann, M., Waarlo, A. J., & Boersma, K. Th. (Eds.) (2010). *The nature of research in biological education: Old and new perspectives on theoretical and methodological issues – A selection of papers presented at the VIIth Conference of European Researchers in Didactics of Biology*.
59. Van Nes, F. (2009). *Young children's spatial structuring ability and emerging number sense*.
58. Engelbarts, M. (2009*). Op weg naar een didactiek voor natuurkunde-experimenten op afstand. Ontwerp en evaluatie van een via internet uitvoerbaar experiment voor leerlingen uit het voortgezet onderwijs*.
57. Buijs, K. (2008). *Leren vermenigvuldigen met meercijferige getallen*.
56. Westra, R. H. V. (2008). *Learning and teaching ecosystem behaviour in secondary education: Systems thinking and modelling in authentic practices*.
55. Hovinga, D. (2007). *Ont-dekken en toe-dekken: Leren over de veelvormige relatie van mensen met natuur in NME-leertrajecten duurzame ontwikkeling*.
54. Westra, A. S. (2006). *A new approach to teaching and learning mechanics*.
53. Van Berkel, B. (2005). *The structure of school chemistry: A quest for conditions for escape*.
52. Westbroek, H. B. (2005). *Characteristics of meaningful chemistry education: The case of water quality*.
51. Doorman, L. M. (2005). *Modelling motion: from trace graphs to instantaneous change*.
50. Bakker, A. (2004). *Design research in statistics education: on symbolizing and computer tools*.
49. Verhoeff, R. P. (2003). *Towards systems thinking in cell biology education*.
48. Drijvers, P. (2003). *Learning algebra in a computer algebra environment. Design research on the understanding of the concept of parameter*.
47. Van den Boer, C. (2003). *Een zoektocht naar verklaringen voor achterblijvende prestaties van allochtone leerlingen in het wiskundeonderwijs*.
46. Boerwinkel, D.J. (2003). *Het vormfunctieperspectief als leerdoel van natuuronderwijs. Leren kijken door de ontwerpersbril.*
45. Keijzer, R. (2003). *Teaching formal mathematics in primary education. Fraction learning as mathematising process*.
44. Smits, Th. J. M. (2003). *Werken aan kwaliteitsverbetering van leerlingonderzoek: Een studie naar de ontwikkeling en het resultaat van een scholing voor docenten*.

43. Knippels, M. C. P. J. (2002). *Coping with the abstract and complex nature of genetics in biology education – The yo-yo learning and teaching strategy*.

42. Dressler, M. (2002). *Education in Israel on collaborative management of shared water resources.*

41. Van Amerom, B.A. (2002). *Reinvention of early algebra: Developmental research on the transition from arithmetic to algebra*.

40. Van Groenestijn, M. (2002). *A gateway to numeracy. A study of numeracy in adult basic education.*

39. Menne, J. J. M. (2001). *Met sprongen vooruit: een productief oefenprogramma voor zwakke rekenaars in het getallengebied tot 100 – een onderwijsexperiment*.

38. De Jong, O., Savelsbergh, E.R. & Alblas, A. (2001). *Teaching for scientific literacy: context, competency, and curriculum.*

37. Kortland, J. (2001). *A problem-posing approach to teaching decision making about the waste issue*.

36. Lijmbach, S., Broens, M., & Hovinga, D. (2000). *Duurzaamheid als leergebied; conceptuele analyse en educatieve uitwerking*.

35. Margadant-van Arcken, M. & Van den Berg, C. (2000). *Natuur in pluralistisch perspectief – Theoretisch kader en voorbeeldlesmateriaal voor het omgaan met een veelheid aan natuurbeelden*.

34. Janssen, F. J. J. M. (1999). *Ontwerpend leren in het biologieonderwijs. Uitgewerkt en beproefd voor immunologie in het voortgezet onderwijs*.

33. De Moor, E. W. A. (1999). *Van vormleer naar realistische meetkunde – Een historisch-didactisch onderzoek van het meetkundeonderwijs aan kinderen van vier tot veertien jaar in Nederland gedurende de negentiende en twintigste eeuw*.

32. Van den Heuvel-Panhuizen, M. & Vermeer, H. J. (1999). *Verschillen tussen meisjes en jongens bij het vak rekenen-wiskunde op de basisschool – Eindrapport MOOJ-onderzoek*.

31. Beeftink, C. (2000). *Met het oog op integratie – Een studie over integratie van leerstof uit de natuurwetenschappelijke vakken in de tweede fase van het voortgezet onderwijs*.

30. Vollebregt, M. J. (1998). *A problem posing approach to teaching an initial particle model*.

29. Klein, A. S. (1998). *Flexibilization of mental arithmeticsstrategies on a different knowledge base – The empty number line in a realistic versus gradual program design*.

28. Genseberger, R. (1997). *Interessegeoriënteerd natuur- en scheikundeonderwijs – Een studie naar onderwijsontwikkeling op de Open Schoolgemeenschap Bijlmer*.

27. Kaper, W. H. (1997). *Thermodynamica leren onderwijzen*.

26. Gravemeijer, K. (1997). *The role of context and models in the development of mathematical strategies and procedures*.

25. Acampo, J. J. C. (1997). *Teaching electrochemical cells – A study on teachers' conceptions and teaching problems in secondary education*.

24. Reygel, P. C. F. (1997). *Het thema 'reproductie' in het schoolvak biologie*.

23. Roebertsen, H. (1996). *Integratie en toepassing van biologische kennis – Ontwikkeling en onderzoek van een curriculum rond het thema 'Lichaamsprocessen en Vergift'*.
22. Lijnse, P. L. & Wubbels, T. (1996). *Over natuurkundedidactiek, curriculumontwikkeling en lerarenopleiding*.
21. Buddingh', J. (1997). *Regulatie en homeostase als onderwijsthema: een biologie-didactisch onderzoek*.
20. Van Hoeve-Brouwer G. M. (1996). *Teaching structures in chemistry – An educational structure for chemical bonding*.
19. Van den Heuvel-Panhuizen, M. (1996). *Assessment and realistic mathematics education*.
18. Klaassen, C. W. J. M. (1995). *A problem-posing approach to teaching the topic of radioactivity*.
17. De Jong, O., Van Roon, P. H. & De Vos, W. (1995). *Perspectives on research in chemical education.*
16. Van Keulen, H. (1995). *Making sense – Simulation-of-research in organic chemistry education*.
15. Doorman, L. M., Drijvers, P. & Kindt, M. (1994). *De grafische rekenmachine in het wiskundeonderwijs*.
14. Gravemeijer, K. (1994). *Realistic mathematics education*.
13. Lijnse, P. L. (Ed.) (1993). *European research in science education*.
12. Zuidema, J. & Van der Gaag, L. (1993). *De volgende opgave van de computer*.
11. Gravemeijer, K, Van den Heuvel Panhuizen, M., Van Donselaar, G., Ruesink, N., Streefland, L., Vermeulen, W., Te Woerd, E., & Van der Ploeg, D. (1993). *Methoden in het reken-wiskundeonderwijs, een rijke context voor vergelijkend onderzoek*.
10. Van der Valk, A. E. (1992). *Ontwikkeling in Energieonderwijs*.
9. Streefland, L. (Ed.) (1991). *Realistic mathematics education in primary schools*.
8. Van Galen, F., Dolk, M., Feijs, E., & Jonker, V. (1991). *Interactieve video in de nascholing reken-wiskunde.*
7. Elzenga, H. E. (1991). *Kwaliteit van kwantiteit*.
6. Lijnse, P. L., Licht, P., De Vos, W. & Waarlo, A. J. (Eds.) (1990). *Relating macroscopic phenomena to microscopic particles: a central problem in secondary science education*.
5. Van Driel, J. H. (1990). *Betrokken bij evenwicht*.
4. Vogelezang, M. J. (1990). *Een onverdeelbare eenheid*.
3. Wierstra, R. F. A. (1990). *Natuurkunde-onderwijs tussen leefwereld en vakstructuur*.
2. Eijkelhof, H. M. C. (1990). *Radiation and risk in physics education*.
1. Lijnse, P. L. & De Vos, W. (Eds.) (1990). *Didactiek in perspectief*.