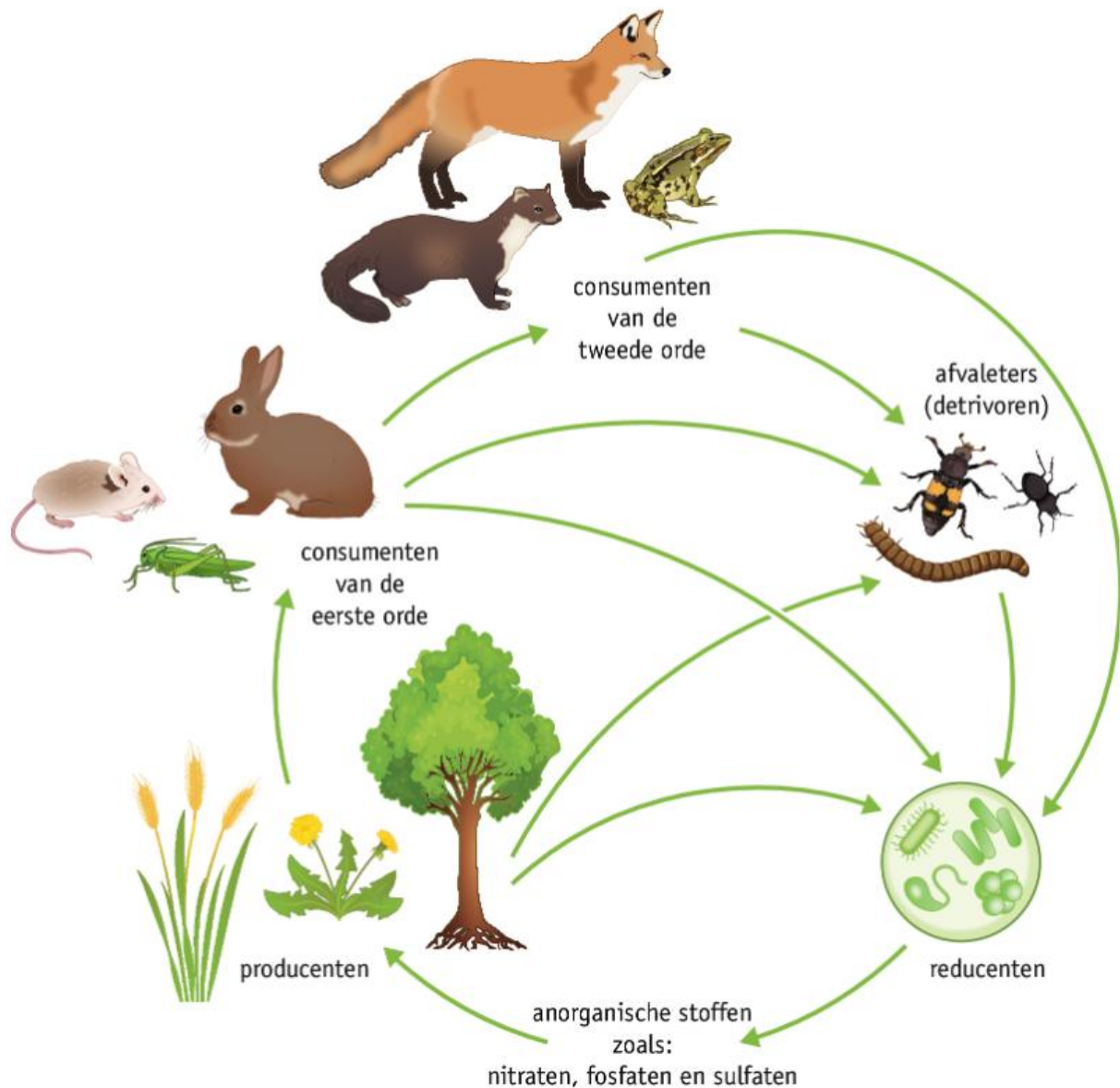


Weten leerlingen het verschil tussen reducenten en afvaleters?

Onderzoek naar misconcepten in de ecologie



Inhoudsopgave

Inhoudsopgave	2
Inleiding	4
Ecologie	4
Bekende misconcepten in de ecologie	5
Diagnostische vragen	5
Methode	6
Onderzoeksopzet en steekproef	6
Opzet van de vragen	7
Dataverzameling en data-analyse	7
Ontwerpregels	8
Resultaten 4 VWO	9
Resultaten 4 Havo	10
Analyse resultaten	11
Populaties 1	11
Populaties 2	11
Ecologie 1	11
Ecologie 2	11
Ecologie 3	12
Ecologie 4	12
Ecologie 3 + 4	12
Ecologie 5	12
Ecologie 6	13
Discussie	13
Conclusie	14
Literatuur	15
Appendices	16
Appendix 1 – Overzicht gestelde vragen	16
Appendix 2 – Gegeven antwoorden vraag populaties 1 – 4 VWO	17
Appendix 3 – Gegeven antwoorden vraag populaties 2 – 4 VWO	18
Appendix 4 – Gegeven antwoorden vraag ecologie 1 – 4 VWO	19
Appendix 5 – Gegeven antwoorden vraag ecologie 2 – 4 VWO	20
Appendix 6 – Gegeven antwoorden vraag ecologie 3 – 4 VWO	21
Appendix 7 – Gegeven antwoorden vraag ecologie 4 – 4 VWO	22
Appendix 8 – Gegeven antwoorden vraag ecologie 5 – 4 VWO	23
Appendix 9 – Gegeven antwoorden vraag ecologie 6 – 4 VWO	24
Appendix 10 – Gegeven antwoorden vraag populaties 1 – 4 Havo	25
Appendix 11 – Gegeven antwoorden vraag populaties 2 – 4 Havo	26
Appendix 12 – Gegeven antwoorden vraag ecologie 1 – 4 Havo	27

Appendix 13 – Gegeven antwoorden vraag ecologie 2 – 4 Havo	28
Appendix 14 – Gegeven antwoorden vraag ecologie 3 – 4 Havo	29
Appendix 15 – Gegeven antwoorden vraag ecologie 4 – 4 Havo	30
Appendix 16 – Les voor het afnemen van de vragen.....	31
Planning van de les	31
PowerPoint	32
Appendix 17 – Les na het afnemen van de vragen.....	34
Planning van de les	34
PowerPoint	35

Samenvatting

Dit onderzoek is uitgevoerd als onderdeel van de Masteropleiding tot biologiedocent aan het ICLON te Universiteit Leiden. Dit onderzoek toetst de effectiviteit van 8 diagnostische vragen rondom het thema ecologie in een 4 Havo en 4 VWO klas. Alle 8 de onderzochte vragen blijken effectief en er worden geen suggesties gedaan voor verbeteringen. Daarnaast geeft dit onderzoek tips voor het gebruik van diagnostische vragen in de biologieles en doet aanbevelingen voor verder onderzoek.

Inleiding

Binnen de biologie zijn er veel verschillende onderwerpen. Ondanks dat iedere docent zijn best doet om alles goed uit te leggen zijn er toch altijd leerlingen die onderwerpen en concepten niet goed begrijpen. Fouten die vaak en systematisch worden gemaakt waar een grotere denkfout aan ten grondslag liggen worden misconcepten genoemd.

Misconcepten zijn meer dan een klein foutje dat een leerling maakt, het zijn structurele fouten die het verdere onderwijs in de weg kunnen staan. Als later nieuwe onderwerpen worden besproken kan het voorkomen dat de nieuwe theorie niet aansluit bij de foute denkwijze die de leerling heeft opgebouwd. Inzicht in misconcepten bij leerlingen is dus essentieel om het leerproces goed te laten verlopen en dergelijke misconcepten te kunnen voorkomen.

Bij het ontdekken, inventariseren en verhelpen van misconcepten zijn diagnostische vragen een essentieel hulpmiddel. Diagnostische vragen zijn korte meerkeuzevragen die het begrip van één onderwerp of vaardigheid bij leerlingen kunnen toetsen. Goede diagnostische vragen zijn duidelijk, effectief en leggen misconcepten en denkfouten bloot waarbij ze inzicht geven in het denkproces van leerlingen. In een schoolcultuur waarin formatieve evaluatie en differentiëren op de wensen van leerlingen steeds belangrijker wordt zijn diagnostische vragen een eenvoudige krachtige tools om hierbij te helpen. Diagnostische vragen zijn dus een essentieel hulpmiddel.

Daarom staat in dit onderzoek de onderzoeksvraag 'Wat zijn diagnostische vragen voor het thema ecologie die effectief misvattingen opsporen en hoe kan het onderwijsleerproces daarop worden afgestemd om deze misvattingen weg te werken?' centraal.

Binnen deze vraag is er onderzocht welke van de reeds bestaande diagnostische vragen voldoen aan de gestelde criteria voor goede diagnostische vragen. Ook wordt er in dit onderzoek aandacht besteed aan hoe de uitkomsten van deze diagnostische vragen invloed kunnen hebben op het onderwijsleerproces.

Dit onderzoek is uitgevoerd als onderdeel van de lerarenopleiding aan het ICLON te Universiteit Leiden. Er zijn een aantal aanleidingen voor dit onderzoek. Allereerst voor de auteur om meer te leren over de manier van instructie die zij geeft en of deze voldoende is voor leerlingen om de lesstof goed tot zich te nemen. Daarnaast zijn deze vragen behulpzaam voor docenten uit heel Nederland aangezien ze snel feedback geven op het leren van leerlingen. Dit onderzoek helpt de kwaliteit van deze diagnostische vragen te verbeteren.

Ecologie

De reden dat ik voor vragen rondom ecologie heb gekozen is enerzijds omdat dit een onderwerp is waar ik nog weinig kennis over had en dit een goede uitdaging was om meer te leren over ecologie. De tweede reden is iets simpeler, dit onderwerp kwam op hetzelfde moment in het curriculum voorbij voor mijn beide klassen, 4 Havo en 4 VWO. Dit zorgde ervoor dat ik mijn onderzoek in twee klassen kon doen en niet beperkt bleef tot 1 klas. Daarnaast bezit de ecologie ook veel onderwerpen waar leerlingen misconcepten over hebben.

Bekende misconcepten in de ecologie

In de ecologie, zijn zoals bij ieder onderwerp, veel misconcepten die leerlingen vaak hebben. Er zijn al veel artikelen gepubliceerd over onderzoeken naar de verschillende misconcepten die leerlingen hebben (Butler et al., 2014, Din-yan, 1998, Düsing et al., 2019, Hokayem & Gotwals, 2016, Munson, 1994 en Opitz et al., 2019). Dit onderzoek laat ook zien dat misconcepten regelmatig al op jonge leeftijd ontstaan. Veelvoorkomende misconcepten zijn bijvoorbeeld dat leerlingen denken dat voedselketens geen producenten bezitten of dat alle organismen die hoger in de voedselketen staan alles eten dat onder ze staat (Fries-Gaither, 2009).

Misconcepten ontstaan niet zomaar: ze komen vaak voort uit logische maar onjuiste interpretaties van de werkelijkheid, beïnvloed door alledaagse ervaringen, taal, en onderwijsmaterialen. Een andere belangrijke oorzaak van misconcepten bij leerlingen is het intuïtief denken van leerlingen. Zo laat onderzoek zien dat leerlingen intuïtief denken en daar conclusies uit trekken en mee verder redeneren (Coley & Tanner, 2015). Een voorbeeld hiervan is dat leerlingen denken op basis van intuïtief redeneren dat dieren levend zijn maar planten 'niet echt leven'.

In de ecologie zijn 3 typen misconcepten; teleologisch denken, lineair denken en antropocentrisch (Coley & Tanner, 2015). Bij het teleologisch denken wordt gedacht dat alles een doel heeft en dat is binnen de biologie een onjuiste aanname. Een voorbeeld van teleologisch denken is het idee dat planten zuurstof maken om mensen te helpen. Het antropocentrisch denken is het denken waarbij de mens centraal staat. Vooral systeemdenken is een belangrijke vaardigheid voor de ecologie. Het lineair denken is het onvermogen om dingen als complexe netwerken of structuren te kunnen zien.

Het lineair denken, waarbij er een gebrek is aan systeemdenken, zorgt er vooral voor dat leerlingen verwachten dat één verandering in een ecosysteem één voorspelbaar gevolg heeft. Dit heeft bijvoorbeeld tot gevolg dat leerlingen moeite hebben om relaties binnen een voedselweb te zien. Onderzoek laat zien dat systeemdenken een vaardigheid is die leerlingen pas later leren, waarbij hulp en interventie nodig is om de vaardigheid te kunnen krijgen (Karaarslan Semiz, 2020). Een voorbeeld van lineair denken wat leidt tot misconcepten, is dat leerlingen denken dat als een predator verdwijnt het aantal prooidieren altijd automatisch ontzettend zal toenemen. Echter moet hierbij ook rekening gehouden worden met eventueel andere predatoren, competitie of ziektes.

Om deze misconcepten te voorkomen en verhelpen moeten docenten inzicht hebben in welke misconcepten leerlingen hebben. Als dit inzicht er is kunnen docenten de leerlingen feedback geven en het leerproces bijsturen. Manieren om inzicht te krijgen in misconcepten bij leerlingen zijn bijvoorbeeld conceptmaps maar ook modelleren en simuleren kan leerlingen hebben. Een ander belangrijk hulpmiddel voor het opsporen van misconcepten zijn zogenoemde diagnostische vragen.

Diagnostische vragen

Diagnostische vragen zijn vragen die gebruikt kunnen worden om zowel leerlingen als docenten op een snelle en eenvoudige manier inzicht te geven in hun leren. Ook helpen diagnostische vragen om leerlingen formatieve feedback te geven, een essentieel onderdeel van het onderwijsleerproces (Gulikers en Baartman, 2017). In dit onderzoek wordt vaak gesproken over, en gebruik gemaakt van 'Diagnostische vragen' ook wel D-vragen genoemd.

Diagnostische vragen kunnen docenten helpen snel en geïnformeerd een beslissing te nemen over de beste vervolgstap voor de les (Dam en Faes, 2024). Zo kunnen docenten besluiten een onderwerp af te ronden en af te sluiten als een diagnostische vraag door een groot deel van de leerlingen de vraag goed beantwoorden. Daarentegen kunnen docenten ook besluiten juist extra aandacht te besteden aan een onderwerp en extra uitleg te geven als een groot deel van de leerlingen de vraag fout beantwoorden.

Kenmerkend aan diagnostische vragen is dat het allemaal meerkeuzevragen zijn over onderwerpen die leerlingen vaak lastig vinden of fout hebben. Uit eerder onderzoek is gebleken dat Diagnostische vragen aan 5 criteria moet voldoen om effectief te zijn (Dam en Faes 2024, Barton 2019).

Deze criteria zijn de volgende:

1. Diagnostische vragen moeten duidelijk en ondubbelzinnig zijn
Er moet geen discussie zijn over hoe de vraag te lezen is en over welk onderwerp dit gaat.
2. Diagnostische vragen moeten één enkele vaardigheid of één enkel begrip onderzoeken
Leerlingen hoeven bij een diagnostische vraag geen vaardigheden of begrippen te combineren.
Hierdoor is het voor docenten en leerlingen duidelijk wat hun kennis is over één begrip of vaardigheid.
3. Leerlingen moeten binnen 10 seconden antwoord kunnen geven
Diagnostische vragen moeten kort en bondig zijn en leerlingen moeten snel en kort antwoord kunnen geven. Dit betekent dat er geen uitgebreide berekeningen gedaan hoeven worden of BiNaS tabellen bekeken hoeven worden.
4. Van elk onjuist antwoord moet je iets kunnen opsteken zonder dat de leerling het nader hoeft toe te lichten
Dit betekent dat de foute antwoorden leerlingen en docenten inzicht geven over onderliggende misconcepten of denkfouten.
5. Het moet niet mogelijk zijn om op het juiste antwoord uit te komen met behulp van een misvatting
Leerlingen kunnen alleen met de goede denkwijze en theoretische achtergrond tot het goede antwoord komen.

Methode

Dit onderzoek is een exploratief en toetsend onderzoek. Dit onderzoek toetst reeds bestaande diagnostische vragen in verschillende klassen en onderzoekt welke misconcepten leerlingen eventueel nog meer hebben, die meegenomen moeten worden bij het opstellen en stellen van diagnostische vragen.

Onderzoeksopzet en steekproef

Voor dit onderzoek zijn twee klassen onderzocht. De klassen bestaan beide uit ongeveer 20 leerlingen maar tijdens het afnemen van de diagnostische vragen waren niet alle leerlingen aanwezig. Dit heeft ertoe geleid dat 16 tot 17 leerlingen uit 4 VWO en 11 tot 14 leerlingen uit 4 Havo de diagnostische vragen hebben beantwoord die ik wilde onderzoeken.

Deze klassen zijn geselecteerd op basis van beschikbaarheid tijdens mijn stage, dit zijn namelijk de enige twee klassen die ik zelf les heb gegeven tijdens mijn stage. Deelname was verplicht voor de aanwezige leerlingen, de opdracht is ze gegeven als onderdeel van het leerproces aansluitend bij het curriculum van 4 Havo en 4 VWO.

Het uitvoeren van dit onderzoek is gedaan met instemming van mijn werkplekbegeleiders. De leerlingen waren op de hoogte dat deze opdracht onderdeel van mijn studie was, maar wisten verder niet wat ik met de resultaten zou doen, om de resultaten zou betrouwbaar mogelijk te houden. Alle leerlingen hebben de vragen anoniem beantwoord en er is zorgvuldig omgegaan met de privacy van leerlingen. In dit onderzoek zijn alleen de klassen terug te vinden en geen namen van leerlingen. Dit onderzoek is dan ook uitsluitend voor onderwijskundig onderzoek binnen mijn studie en enkel de resultaten en aanbevelingen die uit dit onderzoek komen zullen gedeeld worden.

Ik heb in totaal 8 vragen onderzocht, waarvan 6 bij 4 Havo en alle 8 bij 4 VWO. De vragen zijn uitgekozen om aan te sluiten bij de lesstof van de leerlingen en waren allemaal rondom het onderwerp van ecologie. Gedurende dit onderzoek heb ik de vragen een korte naam gegeven om er makkelijk naar te kunnen refereren. Alle vragen zijn afkomstig van diagnostischevragen.nl en in appendix 1 is terug te zien welke vragen zijn onderzocht en onder welke naam ze terug te vinden zijn in dit onderzoek.

De diagnostische vragen die zijn onderzocht zijn allemaal afkomstig van diagnostischevragen.nl. De vragen zijn gekozen op basis van relevantie binnen de ecologie en de mate waarin de vragen aansluiten de bij de lesstof uit het curriculum van 4 Havo en 4 VWO.

Opzet van de vragen

De vragen die ik heb onderzocht, 8 in totaal heb ik met behulp van de zogenoemde twee-staps strategie op papier getoetst bij mijn leerlingen. Stap 1 is om de leerlingen te vragen het goede antwoord op te schrijven. Dit is natuurlijk essentieel voor dit onderzoek, om te weten welke antwoorden de leerlingen geven. De tweede vraag is misschien nog wel interessanter, namelijk de leerlingen vragen om hun denkwijze of redenering op te schrijven. Deze stap geeft inzicht in de manier van denken van leerlingen en controleert tevens criterium nummer 5 van het zijn van een goede diagnostische vraag; 'Het moet niet mogelijk zijn om op het juiste antwoord uit te komen met behulp van een misvatting'. Door te kijken wat de denkwijze is van een leerling, geeft dit ook direct inzicht in eventuele misvattingen die leerlingen hebben.

Voor het geven van de antwoorden kregen de leerlingen een papier met daarop de diagnostische vraag inclusief de mogelijke antwoorden en daaronder ruimte om antwoord te geven. De opzet van de vragen zag er als volgt uit:

Vraag 1

Vraag

- A. Antwoord A
- B. Antwoord B
- C. Antwoord C
- D. Antwoord D

Ik denk dat het antwoord ____ is omdat

Dataverzameling en data-analyse

Nadat alle leerlingen de vragen op papier in twee stappen hadden beantwoord heb ik de formulieren verzameld en geanalyseerd.

Als eerste heb ik alle gegeven antwoorden inclusief uitleg overgenomen in een Excel bestand, dit omdat deze data makkelijker te verwerken is. Hierna heb ik van alle gegeven antwoorden gekeken of deze correct of incorrect waren en dit gemarkeerd en een inventarisatie gedaan van de gegeven uitleg. Als laatste stap heb ik van iedere gegeven uitleg aangegeven of deze goed, beperkt of fout is en of de uitleg een bekend misconception heeft. De uitleg die leerlingen hebben gegeven is ingedeeld in 'goed', 'beperkt' en fout op basis van inhoudelijke juistheid. Uitleg werd als 'goed' aangemerkt als deze inhoudelijk correct was én volledig. Uitleg werd als 'beperkt' aangemeld als deze inhoudelijk juist was maar niet volledig. Uitleg was 'fout' als deze een verkeerde redenering bezat. Na alle gegeven uitleg in een categorie ingedeeld te hebben konden alle geven antwoorden geanalyseerd worden. De resultaten en analyse van deze resultaten is verderop in dit onderzoek terug te lezen.

Alle antwoorden zijn bekeken en geanalyseerd door mijzelf, de auteur van dit artikel en de uitvoerder van dit onderzoek. Vanwege gebrek aan tijd en het feit dat dit een kleinschalig onderzoek is, is er geen gebruik gemaakt van een tweede onderzoeker die de antwoorden heeft bekeken. Dit maakt helaas dat het indelen van de antwoorden ietwat subjectief en minder betrouwbaar is.

Aangezien dit onderzoek is uitgevoerd in twee klassen op een school, is dit onderzoek erg kleinschalig en beperkt. Desalniettemin leveren de resultaten van dit onderzoek interessante aanknopingspunten voor vervolgonderzoek en aanbevelingen voor verbetering van diagnostische vragen.

Ontwerpregels

Gedurende het afgelopen jaar als docent heb ik de regel voor mijzelf opgesteld dat een instructie, werkvorm of les geslaagd is als minstens 80% van de leerlingen heeft geleerd. Dit heeft ertoe geleid dat bij het onderzoeken van misconcepten met behulp van diagnostische vragen de volgende regels zijn opgesteld en gehandhaafd:

Indien 80% of meer van de leerlingen een diagnostische vraag goed heeft beantwoord, is de uitleg geslaagd en beheersen de leerlingen de lesstof. In dat geval kan het onderwerp afgesloten worden.

Indien minder dan 80% van de leerlingen een diagnostische vraag goed heeft beantwoord, is de uitleg nog niet geslaagd en beheersen de leerlingen de lesstof nog niet. In dat geval is het wenselijk als de betreffende lesstof opnieuw wordt aangeboden, bij voorkeur op een andere manier dan eerder is gedaan.

In mijn lesgeven heeft dit tot gevolg dat na het afnemen van diagnostische vragen ik bekijk hoeveel (procent van de) leerlingen een vraag goed had en daarop de inhoud van de volgende les afstem. Tijdens mijn stage heb ik zelfstandig 4 VWO gedraaid en mocht ik zelf de inhoud van de lessen bepalen, zolang het aansloot bij het curriculum en leerzaam was voor de leerlingen. Hierdoor kon ik erg flexibel zijn en de inhoud van mijn uitleg aanpassen of leerlingen extra oefenopdrachten geven over een bepaald onderwerp. In appendices XXX en XXX zijn twee lessen te zien waarin ik diagnostische vragen heb gebruikt. Naast deze twee lessen heb ik vaker diagnostische vragen ingezet maar deze niet genoteerd en alleen gebruikt voor mijn eigen lesgeven volgens bovengenoemde ontwerpregels.

Resultaten 4 VWO

In totaal heb ik 8 diagnostische vragen op het gebied van ecologie onderzocht bij 4 Havo en 4 VWO.

Als eerste heb ik in 2 lessen de vragen afgenomen bij 4 VWO volgens de tweestaps-methode. Voor het overzicht heb ik de verschillende diagnostische vragen een kortere naam gegeven. De namen van de vragen en bijbehorende complete vragen zijn te vinden in appendix 1.

Vraag	Goed				Fout			Totaal
	Goede uitleg	Beperkte uitleg	Geen uitleg	Foute uitleg	Foute uitleg	Geen uitleg	Uitleg heeft misconception	
Populaties 1	7	4					6	17
Populaties 2	3	6	1		2		5	17
Ecologie 1	4	1					11	16
Ecologie 2	5	2	3				6	16
Ecologie 3	14		2					16
Ecologie 4	6	1			2	4	3	16
Ecologie 5	9	2	2			1	2	16
Ecologie 6	5	2	3	1	1	1	3	16

Tabel 1 – resultaten diagnostische vragen 4 VWO

In tabel 1 is een samenvatting van de resultaten van de diagnostische vragen van 4VWO te zien. Over het algemeen zijn de vragen goed gemaakt, in het bijzonder vraag 3 over ecologie, die door alle leerlingen goed is gemaakt.

Het merendeel van de gemaakte fouten hadden een uitleg waarin het verwachte misconception aanwezig was.

Alle gegeven antwoorden van 4 VWO met hun classificatie staan in appendices 2-9. Er zijn geen vragen die met een foute uitleg goed beantwoord zijn. Hierdoor zijn de vragen niet bijgesteld alvorens ze aan 4 Havo zijn gesteld.

Resultaten 4 Havo

In 4 Havo zijn de vragen over populaties en de vragen ecologie 1, 2, 3 en 4 gesteld. Vraag ecologie 5 en 6 sluiten minder goed aan bij de lesstof en zijn daarom achterwege gelaten. De vragen zijn in een les gesteld nadat de leerlingen de stof uitgelegd hebben gekregen en de toets hierover hebben gemaakt.

Ook hier hebben de vragen een kortere naam gekregen, deze zijn hetzelfde als bij 4 VWO en te vinden in appendix 1.

Vraag	Goed				Fout			Totaal
	Goede uitleg	Beperkte uitleg	Geen uitleg	Foute uitleg	Foute uitleg	Geen uitleg	Uitleg heeft misconception	
Populaties 1	2				4	2	6	14
Populaties 2	4	4	2		1	1	1	13
Ecologie 1	5	1			2	1	2	11
Ecologie 2	3	2	1			2	4	12
Ecologie 3	8		2			1	1	12
Ecologie 4	6	3	1			1		11

Tabel 2 – resultaten diagnostische vragen 4 Havo

In tabel 2 is een samenvatting van de resultaten van de diagnostische vragen van 4 Havo te zien. De vragen zijn erg wisselend gemaakt. Vraag Ecologie 3 en Ecologie 4 zijn erg goed gemaakt, hier hadden de leerlingen in de uitleg voorafgaand veel vragen over en dit onderwerp is dus, succesvol, uitgebreid besproken.

Het merendeel van de gemaakte fouten hadden een uitleg waarin het verwachte misconception aanwezig was.

Alle gegeven antwoorden van 4 Havo met hun classificatie staan in appendices 10-15. Er zijn geen vragen die met een foute uitleg goed beantwoord zijn.

Analyse resultaten

Populaties 1

De vraag 'Wat is een goed voorbeeld van een populatie? (Insecten, grassen, zomereiken of allemaal)' is een vraag die toetst of de leerlingen weten wat de definitie van een populatie is, maar ook de definitie van een soort.

Bij 4 VWO had 11 van de 17 leerlingen deze vraag goed beantwoord. De meeste verwarring zat in de definitie van 'organisme' en wanneer iets een organisme is. Een aantal leerlingen dacht namelijk dat grassen en zomereiken niet leven en dus geen populatie kunnen vormen. Ik had dit misconception niet meer verwacht in 4 VWO, zeker niet nadat ze in het begin van het jaar evolutie en organismen uitgebreid hebben besproken. Een aantal andere leerlingen had het misconception dat ik verwachtte bij deze vraag, namelijk dat insecten en grassen allemaal een soort zijn.

Bij 4 Havo hadden slechts 2 leerlingen deze vraag goed. Ook hier zat de meeste verwarring in de definitie van 'organisme' en wanneer iets een organisme is. In eerdere lessen is aandacht besteed aan de verschillende organisatieniveaus en wanneer iets een soort is. Ik had dit misconception dus niet meer verwacht tegen te komen op dit punt in 4 Havo.

Populaties 2

De vraag 'Wat is een goed voorbeeld van een populatie? (Wereld, klimaat, NL, bos)' is een vraag die toetst of de leerlingen weten wat de definitie van een populatie is, maar ook de definitie van hetzelfde gebied/dezelfde leefomgeving.

Bij 4 VWO had 10 van de 17 leerlingen deze vraag goed beantwoord. De meeste verwarring zat in wanneer dieren in hetzelfde gebied leven. Een logische verwarring aangezien ik mijn leerlingen heb verteld dat dieren tot dezelfde populatie behoren 'als ze in hetzelfde gebied leven en daardoor onderling kunnen voortplanten' maar niet heb verteld wat de grenzen van zo'n gebied zijn.

Een interessant antwoord is het antwoord dat er meerdere konijnensoorten leven in alle gebieden dus alle antwoorden fout zijn. Waarschijnlijk haalt deze leerling de verschillende rassen konijnen die als huisdier gehouden worden door elkaar met het begrip soorten.

Bij 4 Havo had 10 van de 13 leerlingen deze vraag goed. Eén leerling had een misconception over wat de definitie van 'hetzelfde gebied' is om een populatie te definiëren. Dit was dezelfde verwarring als die bij 4 VWO voorkwam. Opvallend is, is dat 4 Havo deze vraag een stuk beter heeft gemaakt. Vermoedelijk komt dit door de herhalingsles die de leerlingen hier vlak voor hadden gehad.

Ecologie 1

De vraag 'Afvaleters zijn.... (Regenwormen, bacteriën, schimmels)' is een vraag die toetst of de leerlingen de begrippen afvaleters en reducenten kunnen onderscheiden.

Bij 4 VWO was deze vraag het slechtste gemaakt en door slechts 5 leerlingen goed beantwoord. Alle leerlingen die de vraag fout hebben beantwoord kozen voor antwoord C en dachten dus dat afvaleters reducenten zijn en specifiek bacteriën.

Bij 4 Havo had ongeveer de helft van de leerlingen deze vraag goed gemaakt. De meeste leerlingen die deze vraag fout hadden, hadden het misconception dat afvaleters reducenten zijn en specifiek bacteriën. De leerlingen die de vraag goed hadden, hadden wel door afval eten iets anders is dan organisch materiaal afbreken en dat dit door andere organismen wordt gedaan.

Ecologie 2

De vraag 'Afvaleters zijn.... (Producent, consument, reducent)' is een vraag die toetst of de leerlingen de begrippen producent, consument en reducent snappen, kunnen toepassen en dit kunnen combineren met het begrip afvaleters.

Bij 4 VWO was deze vraag over afveters iets beter gemaakt en maar 6 leerlingen hadden deze vraag fout. De leerlingen die de vraag wel fout hadden dachten dat afveters en reducers hetzelfde zijn.

Bij 4 Havo was deze vraag over afveters ook door de helft van de leerlingen goed beantwoord. Opvallend is hier dat leerlingen bij deze vraag andere begrippen en concepten erbij haalden en verwarring hiermee hadden. Zo begon één leerling over fotosynthese en had een andere leerling het over 'bovenaan de voedselketen staan'.

Ecologie 3

De vraag 'Op welk trofisch niveau staan de planteneters?' toetst het begrip van de verschillende trofische niveaus en van het begrip planteneter.

Bij 4 VWO was deze vraag door iedereen goed beantwoord. Er was niemand die de piramide omgekeerd las of die de planten is vergeten in de piramide te zetten.

Bij 4 Havo was deze vraag door 10 van de 12 leerlingen goed beantwoord. Eén leerling die deze vraag fout had, had gekokt en de andere leerling die deze vraag fout had, had verwarring met de vragen hiervoor over reducers.

Ecologie 4

De vraag 'Op welk trofisch niveau staan de consumenten van de eerste orde' toetst het begrip van de verschillende trofische niveaus en van het begrip 'consument van de eerste orde'.

Bij 4 VWO was deze vraag door ongeveer de helft van de leerlingen goed. Degenen die de vraag fout hadden kozen allemaal verschillende antwoorden en redeneringen. Bij deze vraag blijkt dat veel leerlingen niet weten wat 'consumenten van de eerste orde' eigenlijk zijn.

Bij 4 Havo was deze vraag door 10 van de 11 leerlingen goed beantwoord, de leerling die deze vraag fout had, had gekokt. De rest had de vraag wel goed en meestal ook met een redelijke of goede uitleg hierbij.

Ecologie 3 + 4

Vraag 3 en 4 zijn in feite dezelfde vraag. Alleen zijn de begrippen planteneter en consument van de eerste orde gebruikt.

Opvallend is dat 100% van de leerlingen uit 4 VWO vraag 3 goed had, en slechts 44% vraag 4. Er is dus duidelijk een verschil in de mate waarop leerlingen de verschillende begrippen kennen en snappen. Ook zien leerlingen blijkbaar niet dat de twee begrippen synoniemen zijn.

Daarentegen waren bij 4 Havo deze vragen ongeveer even goed gemaakt (10 van de 12 en 10 van de 11). Hier hadden de leerlingen duidelijk wel door dat de twee vragen eigenlijk hetzelfde waren en dat planteneter en consument van de 1^e orde synoniemen van elkaar zijn. Vermoedelijk komt ook dit doordat de leerlingen vlak hiervoor een herhalingsles hadden gehad waar veel aandacht was voor eventuele misconcepten.

Ecologie 5

De vraag 'Welk plaatje past bij de piramide van aantallen voor de voedselketen: gras -> krekels -> veldmuizen -> vlooien' is een vraag die toetst of leerlingen de kennis over het maken van piramides van aantallen hebben en of ze weten wat de volgorde waarin de organismen opgeschreven moeten worden is.

Bij 4VWO heeft slechts 1 leerling, vermoedelijk, het misconcept dat een piramide piramidevormig moet zijn. 2 leerlingen hadden een misconcept over de volgorde van de organismen.

Ecologie 6

De vraag 'Welk plaatje past bij de piramide van biomassa voor de voedselketen: gras -> krekels -> vleermuizen -> vlooien' is een vraag die toetst of leerlingen de kennis hebben over het maken van piramides van biomassa en of ze weten wat de volgorde is waarin de organismen opgeschreven moeten worden.

Bij 4 VWO hebben 3 leerlingen de volgorde én biomassa fout hebben, zij kozen antwoord A. Antwoord B en D werden ieder door 1 leerling gekozen. De leerling die antwoord B heeft gekozen verwarde waarschijnlijk vraag 5 en 6. De leerling die antwoord D koos had geen uitleg en heeft hoogstwaarschijnlijk gegokt.

Discussie

Dit onderzoek had als doel te onderzoeken wat diagnostische vragen zijn voor het thema ecologie die effectief misvattingen opsporen? Dit onderzoek toont aan dat de volgende vragen, afkomstig van diagnostischevragen.nl, effectief zijn gebleken:

- Wat is een goed voorbeeld van een populatie? (Insecten, grassen, zomereiken, alle bovenstaande)
- Wat is een goed voorbeeld van een populatie? (Wereld, klimaat, NL, bos)
- Afvaleters zijn.... (Regenwormen, bacteriën, schimmels)
- Afvaleters zijn.... (Producent, consument, reducent)
- Op welk trofisch niveau staan de planteneters?
- Op welk trofisch niveau staan de consumenten van de eerste orde?
- Welk plaatje past bij de piramide van aantallen voor de voedselketen: gras -> krekels -> vleermuizen -> vlooien
- Welk plaatje past bij de piramide van biomassa voor de voedselketen: gras -> krekels -> vleermuizen -> vlooien

Verder werd ook gekeken in dit onderzoek hoe uitkomsten van dergelijke diagnostische vragen het onderwijsleerproces kunnen sturen. Ik had voor mijzelf de regel opgesteld dat een uitleg succesvol is als 80% of meer van de leerlingen een diagnostische vraag goed beantwoorden. Indien dit criterium niet wordt gehaald dient er extra uitleg gegeven te worden. Deze regel is in mijn eigen onderwijs succesvol gebleken. Bij mijn 4 VWO klas was de extra uitleg over de misconcepten erg succesvol en leerlingen hebben in deze onderwerpen vrijwel geen fouten gemaakt op hun toets.

Echter bleek wel uit de verschillende lestypen waarin ik diagnostische vragen heb toegepast, dat het afnemen van diagnostische vragen en daarna extra uitleg geven indien nodig succesvoller is dan in de initiële uitleg focus leggen op misconcepten en daarna pas diagnostische vragen inzetten. Dit is te zien in de uitkomsten van mijn afgenomen diagnostische vragen. 4 havo beantwoordde de vragen na uitleg met focus op misconcepten slechts 60% van de vragen goed. 4 VWO kon na extra uitleg over misconcepten alle vragen goed beantwoorden wanneer ik die klassikaal stelde.

Dit heeft tot gevolg dat ik andere leerkrachten zou adviseren hun instructie te geven zoals zij gewend zijn en daarna pas diagnostische vragen te gebruiken. Met de resultaten van deze vragen kunnen zij het vervolg van hun lessenserie richting geven. Wanneer er in de eerste instructie al focus wordt gelegd op eventuele misconcepten heeft dit namelijk niet het gewenste effect. Dit advies ga ik zelf ook opvolgen in het vervolg van mijn onderwijs carrière.

Dit onderzoek heeft aangetoond dat alle 8 de onderzochte diagnostische vragen effectief bleek. In alle antwoorden is er slechts een leerling geweest die foutief redeneerde maar toch het goede antwoord gaf. Ik vermoed dat deze leerling 2 vragen door elkaar heeft gehaald, ecologie 5 en 6, aangezien deze slechts 1 woord van elkaar verschillen.

Al met al heeft dit onderzoek 8 diagnostische vragen succesvol onderzocht en getoetst in twee klassen. Echter waren er in dit onderzoek een aantal beperkingen. Als eerste de beperking dit onderzoek in slechts twee klassen is uitgevoerd met 35 leerlingen totaal, dat maakt dit onderzoek erg

kleinschalig en beperkt. Een beperking die hierbij aansluit is dat de twee onderzochte klassen allebei van dezelfde docent, mij, les kregen. Hierdoor is het niet met zekerheid te zeggen dat misconcepten afkomstig zijn van de leerlingen zelf of van gebrekkige of incomplete uitleg van de docent. Ook werden de gegeven antwoorden op diagnostische vragen slechts door één persoon bekeken en beoordeeld. Voor een objectiever beeld zou dit door meerdere personen moeten gebeuren.

Voor vervolgonderzoek zou ik aanraden om eenzelfde onderzoek naar misconcepten uit te voeren op een grotere schaal. Betrek meerdere klassen van meerdere docenten bij dit onderzoek. Wanneer dit wordt gedaan raad ik de betrokken docenten ook aan om beide de gegeven antwoorden te bekijken en beoordelen. Als dit door meerdere docenten wordt gedaan lijkt dit tot een betrouwbaardere en objectievere beoordeling. In dit onderzoek merkte ik ook dat leerlingen niet gewend waren hun denkstappen of denkproces uit te moeten schrijven. Wanneer dit vaker wordt gedaan met leerlingen, raken leerlingen hier al aan gewend. Dit kan ook leiden tot een beter inzicht in het denken van leerlingen wat weer bevorderlijk kan zijn voor dit onderzoek.

Conclusie

In dit onderzoek is gekeken naar misconcepten bij leerlingen uit 4 Havo en 4 VWO rondom het thema ecologie. Net zoals in eerder onderzoek is aangetoond (Butler et al., 2014, Din-yan, 1998, Düsing et al., 2019, Hokayem & Gotwals, 2016, Munson, 1994 en Opitz et al., 2019), laat ook dit onderzoek zien dat leerlingen veel verschillende denkfouten maken en misconcepten hebben.

Een belangrijk aspect van de misconcepten die in dit onderzoek zijn gezien is het intuïtief denken en redeneren van (Coley & Tanner, 2015). Bij de vraag populaties 1 geven 6 leerlingen aan dat ze denken dat alleen insecten een populatie kunnen vormen omdat alleen insecten levende organismen zijn.

In dit onderzoek en de overige lessen die ik heb gegeven, is gebleken dat diagnostische een makkelijk en effectief hulpmiddel is om misconcepten te achterhalen. Van alle 8 de onderzochte vragen kan geconcludeerd worden dat deze voldoen aan alle voorwaarden voor een goede diagnostische vraag en effectief zijn.

Literatuur

Barton, C. (2020) *Volgens Barton*, deel 1 en 2 (2020) (bewerkt en vertaald door René Kneijber). Culemborg: Phronese

Butler, J. & Simmie, Geraldine & O'Grady, Audrey. (2014). An investigation into the prevalence of ecological misconceptions in upper secondary students and implications for pre-service teacher education. *European Journal of Teacher Education*. 38. 1-20. 10.1080/02619768.2014.943394.

Coley, J. D., & Tanner, K. (2015). Relations between Intuitive Biological Thinking and Biological Misconceptions in Biology Majors and Nonmajors. *CBE—Life Sciences Education*, 14(1), ar8. <https://doi.org/10.1187/cbe.14-06-0094>

Dam, M. & Faes, S. (2024) *Diagnostische vragen in de bètavakken: misvattingen opsporen en aanpakken* diagnostischevragen.nl

Din-yan Yip (1998) Identification of misconceptions in novice biology teachers and remedial strategies for improving biology learning, *International Journal of Science Education*, 20:4, 461-477, DOI: 10.1080/0950069980200406

Düsing, K., Asshoff, R & Hammann, M. (2019) *Students' conceptions of the carbon cycle: identifying and interrelating components of the carbon cycle and tracing carbon atoms across the levels of biological organisation*, *Journal of Biological Education*, 53:1, 110-125, DOI: 10.1080/00219266.2018.1447002

Fries-Gaither, J. (2009). *Common Misconceptions about Biomes and Ecosystems - Beyond Penguins and Polar Bears*. EHE Site. <https://beyondpenguins.ehe.osu.edu/issue/tundra-life-in-the-polar-extremes/common-misconceptions-about-biomes-and-ecosystems>

Gulikers, J. T. M., & Baartman, L. (2017). *Doelgericht professionaliseren. Formatief toetsen met effect! Wat DOET de docent in de klas? Eindrapport NRO-PPO overzichtsstudie dossiernummer 405-15-722*. NRO. <https://edepot.wur.nl/440065>

Hokayem, H., & Gotwals, A. W. (2016). Early elementary students' understanding of complex ecosystems: A learning progression approach. *Journal of Research in Science Teaching*, 53(10), 1524–1545. <https://doi.org/10.1002/tea.21336>

Karaarslan Semiz, G. (2020). Systems Thinking Research in Science and Sustainability Education: A Theoretical Note. 10.3390/books978-3-03897-893-0-3.

Munson, B. H. (1994). Ecological misconceptions. *The Journal of Environmental Education*, 25(4), 30–34. <https://doi.org/10.1080/00958964.1994.9941962>

Opitz, S & Neumann, K & Bernholt, S. & Harms, U. (2019). Students' Energy Understanding Across Biology, Chemistry, and Physics Contexts. *Research in Science Education*. 49. 10.1007/s11165-017-9632-4.

Appendices

Appendix 1 – Overzicht gestelde vragen

Naam vraag	Complete vraag
Populaties 1	Wat is een goed voorbeeld van een populatie? (Insecten, grassen, zomereiken)
Populaties 2	Wat is een goed voorbeeld van een populatie? (Wereld, klimaat, NL, bos)
Ecologie 1	Afvaleters zijn.... (Regenwormen, bacteriën, schimmels)
Ecologie 2	Afvaleters zijn.... (Producent, consument, reductent)
Ecologie 3	Op welk trofisch niveau staan de planteneters?
Ecologie 4	Op welk trofisch niveau staan de consumenten van de eerste orde
Ecologie 5	Welk plaatje past bij de piramide van aantallen voor de voedselketen: gras -> krekels -> vleermuizen -> vlooiën
Ecologie 6	Welk plaatje past bij de piramide van biomassa voor de voedselketen: gras -> krekels -> vleermuizen -> vlooiën

Appendix 2 – Gegeven antwoorden vraag populaties 1 – 4 VWO

Antwoord	Uitleg	Uitleg categorie
A	Alleen insecten leven, grassen en zomereiken niet	Fout antwoord, verkeerd idee van een organisme/ soort
A	Omdat het organismen zijn, grassen leven niet en zomereiken zijn geen geslacht en kunnen geen populatie vormen	Fout antwoord, verkeerd idee van een organisme/ soort
A	Omdat het organismen zijn, grassen leven niet en zomereiken zijn geen geslacht en kunnen geen populatie vormen	Fout antwoord, verkeerd idee van een organisme/ soort
C	Omdat ze tot dezelfde soort behoren	Goede antwoord, beperkte uitleg
C	Omdat ze tot dezelfde soort behoren	Goede antwoord, beperkte uitleg
C	Omdat ze tot dezelfde soort behoren	Goede antwoord, beperkte uitleg
C	Omdat ze tot dezelfde soort behoren	Goede antwoord, beperkte uitleg
C	Insecten en grassen zijn verschillende soorten, zomereiken zijn dezelfde soort	Goede antwoord, goede uitleg
C	Insecten en grassen zijn verschillende soorten, zomereiken zijn dezelfde soort	Goede antwoord, goede uitleg
C	Insecten en grassen zijn verschillende soorten, zomereiken zijn dezelfde soort	Goede antwoord, goede uitleg
C	Insecten en grassen zijn verschillende soorten, zomereiken zijn dezelfde soort	Goede antwoord, goede uitleg
C	Insecten en grassen zijn verschillende soorten, zomereiken zijn dezelfde soort	Goede antwoord, goede uitleg
C	Insecten en grassen zijn verschillende soorten, zomereiken zijn dezelfde soort	Goede antwoord, goede uitleg
C	Insecten en grassen zijn verschillende soorten, zomereiken zijn dezelfde soort	Goede antwoord, goede uitleg
D	Allemaal zelfde soort en zelfde klimaat	Fout antwoord, verkeerd idee van een populatie
D	Ze zijn allemaal populaties	Fout antwoord, verkeerd idee van een populatie
D	Ze zijn allemaal populaties	Fout antwoord, verkeerd idee van een populatie

Appendix 3 – Gegeven antwoorden vraag populaties 2 – 4 VWO

Antwoord	Uitleg	Uitleg categorie
/	Er in alle gebieden meerdere konijnensoorten leven	Fout antwoord, foute uitleg
/	Alleen de wereld kan niet, want dat is een te groot gebied	Fout antwoord, misconception begrip van 'hetzelfde gebied'
/	Alleen de wereld kan niet, want dat is een te groot gebied	Fout antwoord, misconception begrip van 'hetzelfde gebied'
B	Omdat dit waarschijnlijk dezelfde soort is en er bij de andere opties meerdere konijnen kunnen zijn	Fout antwoord, foute uitleg
B&D	Dat dezelfde soort is in een gebied	Fout antwoord, misconception begrip van 'hetzelfde gebied'
B&D	De konijnen leven in hetzelfde gebied met hetzelfde klimaat	Fout antwoord, misconception begrip van 'hetzelfde gebied'
C&D	Dat dezelfde soort is in een gebied	Fout antwoord, misconception begrip van 'hetzelfde gebied'
D	De konijnen in een bos bij elkaar horen	Goede antwoord, beperkte uitleg
D	Het maar om een gebied gaat en dus ook een populatie	Goede antwoord, beperkte uitleg
D	Deze vruchtbare nakomelingen krijgen, dezelfde soort dus. In de wereld, hetzelfde klimaat en Nederland zijn veel meer verschillende soorten	Goede antwoord, beperkte uitleg
D	De konijnen die in een bos leven dicht bij elkaar en zullen eerder samen nakomelingen krijgen	Goede antwoord, beperkte uitleg
D	Ze leven in de dezelfde omgeving	Goede antwoord, beperkte uitleg
D	Omdat ze invloed hebben op elkaar in het bos, dus een kleine habitat. In een groter habitat zoals heel Nederland is de invloed op elkaar klein	Goede antwoord, beperkte uitleg
D	/	Goede antwoord, geen uitleg
D	Het alle konijnen van een soort in een bepaald gebied zijn, de andere gebieden zijn te groot	Goede antwoord, goede uitleg
D	Populatie is meerdere dezelfde organismen bij elkaar, die leven in een groep in een niet te groot gebied	Goede antwoord, goede uitleg
D	Het gaat om een bepaald gebied, dat kan dat niet te groot zijn, anders gaat het om meerdere populaties en nu gaat het om 1 populatie	Goede antwoord, goede uitleg

Appendix 4 – Gegeven antwoorden vraag ecologie 1 – 4 VWO

Antwoord	Uitleg	Uitleg categorie
A	Die de afval eten van andere dieren	Goed antwoord, goede uitleg
A	Ze het afval uit de natuur eten	Goed antwoord, goede uitleg
A	Omdat zij het afval uit de natuur eten	Goed antwoord, goede uitleg
A	Omdat zij het afval uit de natuur eten	Goed antwoord, goede uitleg
A	Omdat bacteriën en schimmels niks eten	Goede antwoord, beperkte uitleg
C	Omdat schimmels afval, vaak dood materiaal van organische stoffen weer omzetten in naar anorganische stoffen en ze de kringloop van assimilatie en dissimilatie dichtmaken	Fout antwoord, verkeerd begrip van afvaleter
C	Schimmels natuurlijk afval eten zoals dode dieren of planten	Fout antwoord, verkeerd begrip van afvaleter
C	Schimmels eten bijvoorbeeld oud verrot eten	Fout antwoord, verkeerd begrip van afvaleter
C	Schimmels ruimen bijvoorbeeld dood materiaal op, waardoor ze eigenlijk afval eten	Fout antwoord, verkeerd begrip van afvaleter
C	Schimmels zetten de afval resten om in anorganische stoffen dus is het logisch als ze afvaleters zijn	Fout antwoord, verkeerd begrip van afvaleter
C	Schimmels afval afbreken, daarom vormen zich ook schimmels als fruit bijvoorbeeld gaat rotten	Fout antwoord, verkeerd begrip van afvaleter
C	Het een organisme is dat leeft in afval	Fout antwoord, verkeerd begrip van afvaleter
C	Schimmels eten de resten op	Fout antwoord, verkeerd begrip van afvaleter
C	Schimmels overgebleven takken en alle opeten. Ze eten resten van organismen dus hierbij denk ik dat het afvaleters zijn ook leven ze in de grond	Fout antwoord, verkeerd begrip van afvaleter
C	Die schimmels in de grondbodem leven waar ze alles schoonhouden, zo blijft de grond vruchtbaar, ze eten alles wat overblijft	Fout antwoord, verkeerd begrip van afvaleter
C	Ze leven in de grondbodem en eten daar dingen	Fout antwoord, verkeerd begrip van afvaleter

Appendix 5 – Gegeven antwoorden vraag ecologie 2 – 4 VWO

Antwoord	Uitleg	Uitleg categorie
B	Ze afval eten, ze consumeren het afval. Het afval dat door schimmels wordt gegeten verdwijnt	Goed antwoord, beperkte uitleg
B	Ze dingen, afval, eten	Goed antwoord, beperkte uitleg
B	Ik heb gegokt	Goed antwoord, geen uitleg
B	/	Goed antwoord, geen uitleg
B	/	Goed antwoord, geen uitleg
B	Consumenten ervan profiteren als andere organismen doodgaan	Goed antwoord, goede uitleg
B	Ze consumeren dingen	Goed antwoord, goede uitleg
B	Ze niet hun eigen eten maken maar ze leven van overblijfsels	Goed antwoord, goede uitleg
B	Ze consumeren afval	Goed antwoord, goede uitleg
B	Consumenten voedsel eten	Goed antwoord, goede uitleg
C	Ze zetten dood materiaal om in voeding	Fout antwoord, verkeerd begrip afvaaleter
C	Ze reduceren het afval van organische stoffen naar anorganische stoffen	Fout antwoord, verkeerd begrip afvaaleter
C	Ze breken het afval of de resten af, hierdoor kunnen ze hierna opnieuw geconsumeerd worden	Fout antwoord, verkeerd begrip afvaaleter
C	Ze het afval uit de natuur eten	Fout antwoord, verkeerd begrip afvaaleter
C	Consumenten geen afval eten en omdat producenten geen afval consumeren	Fout antwoord, verkeerd begrip consumeren
C	Ze consumeren en produceren	Fout antwoord, verkeerd begrip reducenten

Appendix 6 – Gegeven antwoorden vraag ecologie 3 – 4 VWO

Antwoord	Uitleg	Uitleg categorie
C	/	Goed antwoord, geen uitleg
C	/	Goed antwoord, geen uitleg
C	1 zijn de planten zelf, 2 zijn de herbivoren en 3 de carnivoren	Goed antwoord, goede uitleg
C	1 zijn de producenten en dat zijn voornamelijk planten, 2 zijn diegene die deze planten eten want dat staat direct daarboven	Goed antwoord, goede uitleg
C	De laatste planten zijn en organismen die dat eten zijn planten	Goed antwoord, goede uitleg
C	De planten onderaan staan op niveau 1, want zij eten geen andere organismen. Plantenetters staan daarboven op trofisch niveau 2	Goed antwoord, goede uitleg
C	Niveau 1 zijn de planten dus de planteneters staan daarboven	Goed antwoord, goede uitleg
C	Niveau 1 de planten zijn, die worden gegeten door de planteneters die daarboven zijn de alleseters met daarboven de afvalers	Goed antwoord, goede uitleg
C	Niveau 1 zijn de planten en niveau 2 eet deze planten op	Goed antwoord, goede uitleg
C	Niveau 1 zijn de producenten en niveau 2 zijn de planteneters	Goed antwoord, goede uitleg
C	Op 1 staan planten en die worden gegeten door de planteneters	Goed antwoord, goede uitleg
C	Op niveau 1 de planten staan en die worden gegeten door het niveau boven hen wat dus niveau 2 is	Goed antwoord, goede uitleg
C	Op niveau 1 staan altijd de producenten, planten. Plantenetters eten planten oftewel zij komen direct na het eerste trofische niveau te staan op het tweede trofische niveau	Goed antwoord, goede uitleg
C	Op niveau 1 staan de planten, bloemen, grassen. Deze eten niets maar leven van zon en water. Boven hun staan dan degenen die hun opeet, de planteneters	Goed antwoord, goede uitleg
C	Planten staan op 1, dus planteneters staan op 2	Goed antwoord, goede uitleg
C	Planten zijn autotroof en genereren hun eigen energie, deze worden geconsumeerd en geven hun energie door aan het tweede trofische niveau	Goed antwoord, goede uitleg

Appendix 7 – Gegeven antwoorden vraag ecologie 4 – 4 VWO

Antwoord	Uitleg	Uitleg categorie
A	Ik heb gegokt	Fout antwoord, geen uitleg
A	Ik heb gegokt	Fout antwoord, geen uitleg
A	De consumenten van de eerste orde altijd bovenaan staan in de piramide van biomassa	Fout antwoord, verkeerd begrip ordes
B	Ze daar pas veel energie verbruiken	Fout antwoord, foute uitleg
B	/	Fout antwoord, geen uitleg
B	Deze boven de planteneters staan	Fout antwoord, verkeerd begrip ordes
C	In het begin, 2 eet 1, 3 eet 2 en 4 eet 3	Goed antwoord, beperkte uitleg
C	Omdat dit het eerste mogelijke niveau is waar je consumenten voorkomen dus moeten de consumenten van de eerste orde hier staan	Goed antwoord, goede uitleg
C	Niveau 1 zijn de producenten en de consumenten van de tweede orde eten deze	Goed antwoord, goede uitleg
C	Aangezien niveau 1 de producenten zijn, zijn die daarboven de consumenten	Goed antwoord, goede uitleg
C	Niveau 1 zijn de planten, consumenten van de eerste orde eten deze	Goed antwoord, goede uitleg
C	Het eerste niveau zijn planten en de consumenten van de eerste orde staan boven de planten	Goed antwoord, goede uitleg
C	Consumenten 1e orde eten dan van het onderste niveau	Goed antwoord, goede uitleg
D	Deze op groundbodem leven net zoals grassen en planten	Fout antwoord, foute uitleg
D	/	Fout antwoord, geen uitleg
D	Deze wordt gegeten en zijn producenten want ze jagen eigenlijk op niets	Fout antwoord, verkeerd begrip ordes

Appendix 8 – Gegeven antwoorden vraag ecologie 5 – 4 VWO

Antwoord	Uitleg	Uitleg categorie
A	De vleermuizen ze bijna allemaal eten, vleermuizen staan het hoogst in de rangorde	Fout antwoord, verkeerde volgorde piramide
A	Het gaat van grote hoeveelheid naar steeds kleinere	Fout antwoord, verkeerde volgorde piramide
B	Vlooiën in grote getalen voorkomen	Goed antwoord, beperkte uitleg
B	Er is heel veel gras en minder vleermuizen	Goed antwoord, beperkte uitleg
B	/	Goed antwoord, geen uitleg
B	/	Goed antwoord, geen uitleg
B	Veel vlooiën bijvoorbeeld kunnen leven van weinig vleermuizen	Goed antwoord, goede uitleg
B	Een voedselketen gaat vaak van veel naar weinig, maar heel veel vlooiën kunnen leven van 1 vleermuis	Goed antwoord, goede uitleg
B	Er veel minder krekels zijn, nog minder vleermuizen en wel veel vlooiën	Goed antwoord, goede uitleg
B	Omdat vlooiën juist in grote aantallen voorkomen, de rest in steeds minder grote aantallen	Goed antwoord, goede uitleg
B	Er veel vlooiën van een vleermuis kunnen leven	Goed antwoord, goede uitleg
B	Er minder vleermuizen zijn dan vlooiën	Goed antwoord, goede uitleg
B	Er veel grassen zijn en die worden gegeten door net wat minder krekels, die weer door wat minder vleermuizen. Vervolgens zijn er wel weer veel vlooiën	Goed antwoord, goede uitleg
B	Er veel grassen zijn en ook veel vlooiën	Goed antwoord, goede uitleg
B	Er meer vlooiën dan vleermuizen zijn	Goed antwoord, goede uitleg
C	/	Fout antwoord, geen uitleg

Appendix 9 – Gegeven antwoorden vraag ecologie 6 – 4 VWO

Antwoord	Uitleg	Uitleg categorie
A	De energie de gunde op gaat, gras wordt bijvoorbeeld gegeten door krekels	Fout antwoord, verkeerde volgorde
A	Er maar een vleermuis nodig is	Fout antwoord, verkeerde volgorde
A	Vlooiën de grootste en vleermuizen de kleinste biomassa hebben	Fout antwoord, verkeerde volgorde
B	Planten staan altijd onderaan en zij hebben veel biomassa, vervolgens eten krekels planten en eten vleermuizen krekels en vlooiën leven op een vleermuis en dat zijn er veel	Fout antwoord, foute uitleg
C	De biomassa van grassen is erg groot en de rest loopt steeds af	Goed antwoord, beperkte uitleg
C	Vlooiën zijn in oppervlakte minder	Goed antwoord, beperkte uitleg
C	/	Goed antwoord, geen uitleg
C	Dat gewoon zo is	Goed antwoord, geen uitleg
C	/	Goed antwoord, geen uitleg
C	Omdat dit overeenkomt met de genoemde volgorde en de biomassa overeenkomt met de organismen	Goed antwoord, goede uitleg
C	Een voedselketen vaak van van veel gewicht naar weinig gewicht omdat elk niveau energie verbruikt, dat is in dit geval ook zo	Goed antwoord, goede uitleg
C	Vlooiën zijn klein dus weinig biomassa, vleermuizen zijn groter, krekels en gras zijn ook groter in aantal dus steeds meer biomassa	Goed antwoord, goede uitleg
C	De vlakken gaan nu via een energiestroom, van wat ene eet naar wat de volgende eet	Goed antwoord, goede uitleg
C	Omdat vlooiën heel licht zijn en grassen ook, maar er is heel veel gras dus dat maakt het zwaarder	Goed antwoord, goede uitleg
C	Er heel veel grassen zijn en weinig vlooiën et cetera	Goed antwoord, haalt biomassa en aantallen door elkaar
D	/	Fout antwoord, geen uitleg

Appendix 10 – Gegeven antwoorden vraag populaties 1 – 4 Havo

Antwoord	Uitleg	Uitleg categorie
A	Insecten zijn consumenten en het bos de producenten	Fout antwoord, foute uitleg
A	Insecten zijn consumenten en het bos de producenten	Fout antwoord, foute uitleg
A	Omdat dat een groot aantal is	Fout antwoord, foute uitleg
A	Gegokt	Fout antwoord, geen uitleg
A	Het een levend organisme is	Fout antwoord, verkeerd begrip levend organisme
A	Insecten leven	Fout antwoord, verkeerd begrip levend organisme
A	Al de insecten horen bij een soort	Fout antwoord, verkeerd begrip soort
A	Insecten een diersoort is	Fout antwoord, verkeerd begrip soort
C	A is meerdere soorten en niet 1 populatie, bij B is dat precies hetzelfde en D kan niet want A en B zijn fout	Goed antwoord, goede uitleg
C	Insecten en grassen niet 1 soort zijn	Goed antwoord, goede uitleg
D	Een groep individuen die in een bepaald gebied leven	Fout antwoord, foute uitleg
D	Gegokt	Fout antwoord, geen uitleg
D	Een populatie een groep is van een soort die op een bepaald gebied bij elkaar leeft en dit zijn allemaal de dezelfde dieren in een bos	Fout antwoord, verkeerd begrip soort
D	Een populatie een bepaalde groep van dezelfde soort is in een bepaalde omgeving	Fout antwoord, verkeerd begrip soort

Appendix 11 – Gegeven antwoorden vraag populaties 2 – 4 Havo

Antwoord	Uitleg	Uitleg categorie
B	Omdat dat 1 bepaalde groep is	Fout antwoord, foute uitleg
B	Gegokt	Fout antwoord, geen uitleg
C	Een populatie in een kleinere omgeving leeft dan de wereld, hetzelfde klimaat heeft. Je praat hier over de populatie konijnen in Nederland	Fout antwoord, verkeerd begrip zelfde gebied
D	Een populatie is in een bepaald gebied	Goed antwoord, beperkte uitleg
D	Het op een bepaald gebied leeft	Goed antwoord, beperkte uitleg
D	Het van dezelfde soort is en in hetzelfde gebied	Goed antwoord, beperkte uitleg
D	Een populatie een groep organismen is bij elkaar	Goed antwoord, beperkte uitleg
D	Gegokt	Goed antwoord, geen uitleg
D	Gegokt	Goed antwoord, geen uitleg
D	A is erg groot voor een gebied, B is niet een duidelijk gebied en C is een land met meerdere gebieden. D zegt over 1 bepaald gebied namelijk het bos	Goed antwoord, goede uitleg
D	Het gaat om alle konijnen in een bepaald gebied is en dat is een bos	Goed antwoord, goede uitleg
D	Een populatie een groep organismen is van dezelfde soort die onderling kunnen voortplanten	Goed antwoord, goede uitleg
D	Het een bepaalde groep is in een bepaalde kleine omgeving, de andere omgevingen zijn te groot	Goed antwoord, goede uitleg

Appendix 12 – Gegeven antwoorden vraag ecologie 1 – 4 Havo

Antwoord	Uitleg	Uitleg categorie
A	Want deze eten afval	Goed antwoord, beperkte uitleg
A	Want bacteriën en schimmels zijn reducenten, en regenwormen eten echt afval	Goed antwoord, goede uitleg
A	Want bacteriën en schimmels zijn reducenten	Goed antwoord, goede uitleg
A	De rest reducenten zijn	Goed antwoord, goede uitleg
A	Bacteriën en schimmels reducenten zijn	Goed antwoord, goede uitleg
A	De rest reducenten zijn	Goed antwoord, goede uitleg
B	Afval wil niemand eten maar bacteriën wel	Fout antwoord, foute uitleg
B & C	Gegokt	Fout antwoord, geen uitleg
B & C	Ze dode resten eten	Fout antwoord, misconception over wat afval is
C	Schimmels zich overal op kunnen bevinden dit kunnen opeten	Fout antwoord, foute uitleg
C	Deze afval eten	Fout antwoord, misconception over wat afval is

Appendix 13 – Gegeven antwoorden vraag ecologie 2 – 4 Havo

Antwoord	Uitleg	Uitleg categorie
B	Ze eten en worden gegeten	Goed antwoord, beperkte uitleg
B	Want ze eten afval	Goed antwoord, beperkte uitleg
B	Het zo is	Goed antwoord, geen uitleg
B	Want ze breken niet af zoals reducers. Producenten zijn aan het begin dus dan blijft consumenten over	Goed antwoord, goede uitleg
B	Want ze eten dode resten van dieren maar zetten het niet weer om in anorganische stoffen zoals reducers	Goed antwoord, goede uitleg
B	Ze eten dode resten van dieren maar zetten het niet om in anorganische stoffen	Goed antwoord, goede uitleg
C	Gegokt	Fout antwoord, geen uitleg
C	Gegokt	Fout antwoord, geen uitleg
C	Want ze eten dode dieren	Fout antwoord, misconception
C	Reducers kunnen CO ₂ opnemen en omzetten in O ₂ door middel van Fotosynthese	Fout antwoord, misconception
C	Reducers de dode resten van andere dieren eten	Fout antwoord, misconception
C	Omdat ze bovenaan de orde staan en niet opgegeten worden	Fout antwoord, misconception

Appendix 14 – Gegeven antwoorden vraag ecologie 3 – 4 Havo

Antwoord	Uitleg	Uitleg categorie
B	Gegokt	Fout antwoord, geen uitleg
C	Gegokt	Goed antwoord, geen uitleg
C	Gegokt	Goed antwoord, geen uitleg
C	Want op niveau 1 staan planten als producenten, 2 is dan planteneters, niveau 3 zijn dan de organismen die planteneters eten en boven staan dan de top roofdieren daar wordt bijna niet op gejaagd	Goed antwoord, goede uitleg
C	Niveau 1 zijn producenten, het is 2 want het dier eet de planten	Goed antwoord, goede uitleg
C	De planten zich bevinden op niveau 1	Goed antwoord, goede uitleg
C	Planten staan op 1 dus degene die planten eten staan op 2	Goed antwoord, goede uitleg
C	Omdat planten op niveau 1 staan	Goed antwoord, goede uitleg
C	Omdat planten op niveau 1 staan	Goed antwoord, goede uitleg
C	Planten op niveau 1 staan en deze dieren ook zelf gegeten kunnen worden	Goed antwoord, goede uitleg
C	Consumenten de producenten eten op niveau 1 en geen vlees	Goed antwoord, goede uitleg
D	Want ze eten de dode resten	Fout antwoord, misconception

Appendix 15 – Gegeven antwoorden vraag ecologie 4 – 4 Havo

Antwoord	Uitleg	Uitleg categorie
B	Gegokt	Fout antwoord, geen uitleg
C	Niveau 1 zijn de producenten	Goed antwoord, beperkte uitleg
C	Niveau 1 zijn de producenten	Goed antwoord, beperkte uitleg
C	Niveau 1 zijn de producenten	Goed antwoord, beperkte uitleg
C	Gegokt	Goed antwoord, geen uitleg
C	Geld net als bij de vorige vraag. Niveau 1 zijn de producenten en eerste volgende orde is dus op niveau 2	Goed antwoord, goede uitleg
C	De consumenten van de eerste orde planten eten en die bevinden zich op niveau 1	Goed antwoord, goede uitleg
C	Consumenten van de eerste orde producenten eten en die staan op het eerste niveau	Goed antwoord, goede uitleg
C	Ze eten niveau 1 maar worden gegeten door de 2e orde consumenten	Goed antwoord, goede uitleg
C	Want ze eten de onderste laag, de planten	Goed antwoord, goede uitleg
C	Zij komen na de producenten op niveau 1	Goed antwoord, goede uitleg

Appendix 16 – Les voor het afnemen van de vragen

Bij 4 Havo heb ik de lessenserie over dit onderwerp gegeven en vervolgens voor het SE nog een keer herhaald. Bij de les voor het SE heb ik extra focus gelegd op de bekende misconcepten. Hierna heb ik de leerlingen de vragen in 2 stappen laten beantwoorden.

Het doel van deze les was om de belangrijkste lesstof nog een keer te herhalen en aandacht te besteden aan de belangrijkste misconcepten. Dat heb ik deze les gedaan door een aantal oude examenvragen met de leerlingen te maken en bespreken. Vervolgens heb ik voor de leerlingen die hier nog behoefte aan hadden een stukje directe instructie gegeven. Hierna was er tijd voor vragen vanuit de leerlingen en heb ik de diagnostische vragen afgenomen.

In de uitleg heb ik vooral aandacht besteed aan voedselpiramides en een klein beetje aan consument/reducent/afvalters.

In deze les heb ik de diagnostische vragen vooral gebruikt als hulpmiddel voor mijzelf om te kijken hoe succesvol mijn lessen waren en hoeveel van de uitleg die ik heb gegeven is blijven hangen. De resultaten hiervan zijn te zien bij de resultaten in dit verslag als de resultaten van 4 Havo.

Typerend voor mijn lesgeven is dat ik weinig tekst op mijn slides heb. Ik heb gemerkt dat leerlingen dat klakkeloos gaan overschrijven en niet zelf nadenken. Daarom kies ik ervoor veel plaatjes te gebruiken en zelf mee te schrijven op een whiteboard en te vertellen. Bij de eerste examenvraag heb ik bijvoorbeeld een voedselpiramide op het bord getekend en hier de soorten uit de vraag in gezet.

Planning van de les

Onderdeel	Tijdsduur	Wat doen leerlingen	Wat doet docent
Leerlingen welkom heten	5 minuten	Leerlingen komen binnen, pakken spullen	Leerlingen welkom heten
Planning van de les	5 minuten	Luisteren mee, zijn stil	Planning van de les bespreken
Examenvragen maken en bespreken	15 minuten	Maken examenvragen, denken mee en beantwoorden vragen	Houdt orde, stelt vragen en bespreekt examenvragen
Directe instructie	10 minuten	Luisteren mee of zijn zelfstandig aan het werk	Geeft extra uitleg, houdt orde, stelt vragen
Diagnostische vragen maken	10 minuten	Maken de vragen zelfstandig	Houdt orde, beantwoord vragen van leerlingen
Afsluiten les	5 minuten	Luisteren mee	Afsluiten les, herhalen wat leerlingen geleerd hebben

PowerPoint

Wat gaan we doen?

- Examenopgave - 15 minuten
- Uitleg thema 7 - 10 minuten (Optioneel)
- Vragen ecologie - 10 minuten

Examenvraag

Het vliegende hert is de grootste kever van Nederland. De larven ontwikkelen zich in vier tot acht jaar tot een volwassen kever. De larven leven voornamelijk van het dode hout rondom eikenbomen, maar kunnen de lignine van vers dood hout niet zelf afbreken. Lignine is de stof waaruit hout is opgebouwd.

Witrotschimmels hebben wel de enzymen om lignine af te breken waarmee de voedingsstoffen ook voor de keverlarven beschikbaar komen. Eenmaal volwassen leeft de kever nog slechts enkele weken, waarin ze zich voortplanten. Het volwassen vliegend hert leeft dan van sap dat uit wondjes uit eikentakken lekt.

Tijdens hun leven verplaatsen de kevers zich niet meer dan een halve kilometer.

Wat is de producent die aan de basis van de voedselpiramide staat waartoe het vliegend hert behoort?

En op welke trede van deze voedselpiramide staat het vliegend hert?

Examenvraag

Dit is een voedselweb van een bos in Suriname. We gaan kijken naar de tjontjon.

Is de tjointon een consument, producent of reductant?

Hoeveelste orde consument is de tjontjon?

Als de tjontjon uitsterft, welke soorten nemen dan toe?



Thema 7 Ecologie en milieu

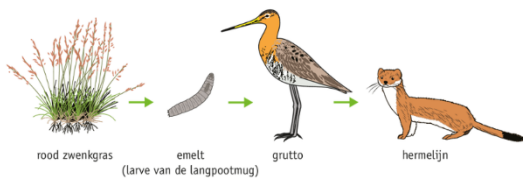
4 HAVO

7.3 ECOSYSTEMEN

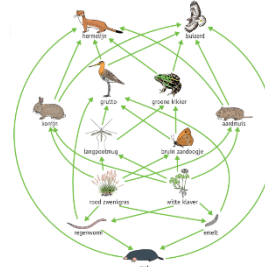
7.3 Ecoystemen

- Je kunt de voedselrelaties binnen een ecosysteem beschrijven
- Je kunt de energiestromen door een ecosysteem beschrijven

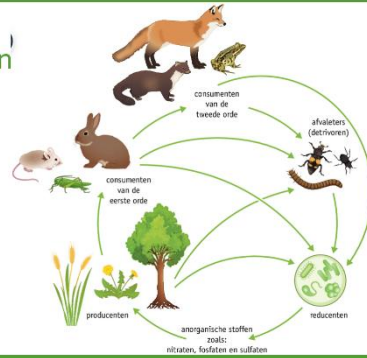
Voedselrelaties - voedselketen



Voedselrelaties - voedselweb



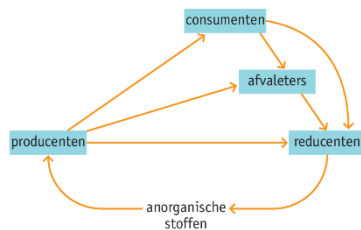
Energiestromen



Voedselrelaties – Assimilatie en dissimilatie

- Assimilatie = het opbouwen van grote organische moleculen uit kleinere moleculen
- Voortgezette assimilatie = het opbouwen van koolhydraten, eiwitten en vetten uit glucose
- Dissimilatie = de afbraak van organische moleculen

Kringloop van stoffen



Ecologische piramide

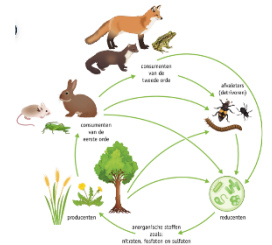


Piramides van aantallen en biomassa



Producent, consument en reductent

- Producenten
 - Eten zelf geen andere organismen, produceren zelf wel voedsel en energie
 - Vaak planten
- Consumenten
 - Eten / consumeren andere organismen
 - Verschillende ordes van consumenten
- Reducenten
 - Zetten organische stoffen om in anorganische stoffen
 - Bacteriën en schimmels



OEFENOPDRACHTEN

Maak eerst de 6 vragen en schrijf daarbij op waarom je dat antwoord hebt gekozen

Klaar? → Je mag nog een andere oefenopgave doen of zelfstandig leren!

Appendix 17 – Les na het afnemen van de vragen

Bij 4 VWO heb ik de lessenserie gedaan en hier en daar wat bekende misconcepten extra aandacht gegeven zonder dit expliciet te benoemen. Na deze lessenserie heb ik de vragen in 2 stappen afgenomen bij de leerlingen. Deze antwoorden heb ik geanalyseerd en op basis hiervan heb ik tijdens een les vlak voor de toets hier extra uitleg over gegeven en de gestelde diagnostische vragen kort opnieuw gesteld.

Hierbij heb ik de vuistregel gebruikt dat als minder dan 80% van de leerlingen een vraag goed hadden, ik dit onderwerp opnieuw zou uitleggen. Uit de diagnostische vragen kwam dat 100% van de leerlingen snapte dat planteneters op de tweede trede in de voedselpiramide komen. Veel leerlingen hadden echter niet door dat 'consument van de eerste orde' en 'planteneter' synoniemen van elkaar zijn. De vraag 'Welk plaatje past bij de piramide van aantallen voor de voedselketen: gras -> krekels -> vleermuizen -> vlooiën' is ook door meer dan 80% van de leerlingen goed beantwoord, echter dezelfde vraag maar dan over biomassa was door minder leerlingen goed beantwoord, waardoor ik deze theorie in zijn geheel heb herhaald.

Tijdens deze les heb ik de diagnostische vragen gebruikt om te toetsen hoe goed de leerlingen de lesstof al snappen en welke onderdelen ik nog een keer moest herhalen of uitleggen. Ook heb ik de diagnostische vragen opnieuw gebruikt om te toetsen of mijn uitleg deze keer wel duidelijk genoeg was en of de leerlingen de stof hierna wel snapt. Ik heb de diagnostische vragen net iets omgevormd of op een andere manier gesteld. Deze les heb ik de vragen dus ook niet op papier afgenomen maar met behulp van wisbordjes of vingers. Een veel groter deel van de klas had deze keer de vragen wel goed.

Planning van de les

Onderdeel	Tijdsduur	Wat doen leerlingen	Wat doet docent
Leerlingen welkom heten	5 minuten	Leerlingen komen binnen, pakken spullen	Leerlingen welkom heten
Planning van de les	5 minuten	Luisteren mee, zijn stil	Planning van de les bespreken
Herhalen theorie voedselkringlopen	15 minuten	Luisteren mee, beantwoorden vragen	Legt uit, stelt vragen en houdt orde
Zelfstandig aan de slag	10 minuten	Zijn zelfstandig aan de slag, mogen vragen stellen	Houdt orde, biedt hulp op maat
30 seconds spelen	10 minuten	Spelen 30 seconds in groepjes	Houdt orde, loopt rond en moedigt leerlingen aan
Afsluiten les	5 minuten	Luisteren mee	Afsluiten les, herhalen wat leerlingen geleerd hebben

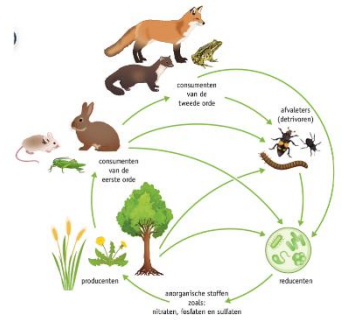
PowerPoint

Hieronder de PowerPoint van het deel van de les waar ik de belangrijkste lesstof waar de meeste misconcepten over waren herhaal. In de rest van de les hebben de leerlingen zelfstandig gewerkt aan opdrachten en een spelletje gespeeld.

Wat gaan we doen?

- Herhalen theorie voedselkringen - 15 minuten
- Samenhang opdracht en vragen stellen - 15 minuten
- 30 seconds - 15 minuten

Voedselweb



Voedselweb

- **Producenten**
 - Maken hun eigen energie en eigen voedsel
 - Planten, algen, sommige bacteriën
- **Consumenten**
 - Zijn afhankelijk van andere organismen voor hun voedsel
 - Er zijn veel consumenten, in een voedselketen delen we deze in in 'ordes'
- **Reducenten**
 - Micro-organismen die organische stof op en in de bodem als voedsel gebruiken en omzetten naar anorganische stoffen – mineralisatie
 - Bacteriën, schimmels

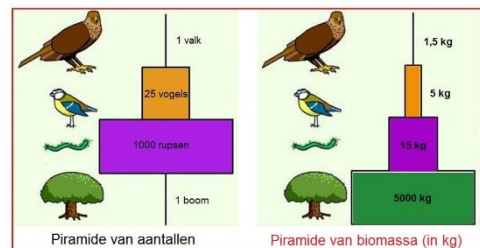
Voedsel

- **Herbivoor** – Eet planten
- **Omnivoor** – Eet zowel planten als vlees / dierlijk materiaal
- **Carnivoor** – Eet vlees / dierlijk weefsel
- **Detrivoor** – Eet vast dood organisch materiaal, afvaleters

Afvaleters

- Zijn afvaleters producent, consument of reductant?
- Geef een voorbeeld van een afvaleter?

Voedselpiramide



Opdracht

Teken de piramide van aantallen voor de voedselketen gras → krekels → vleermuizen → vlooiën

Teken de piramide van biomassa voor de voedselketen gras → krekels → vleermuizen → vlooiën

