

Effecten van dieren, planten en media in het biologielokaal als onderdeel van de fysieke leeromgeving voor contextrijk leren.

Door Gertjan Martens,

Hogeschool van Amsterdam, TIER/Teachers Academy,
Maastricht University 2014.



*So dat altyd by de hand was,
wat vereyscht wierd tot beweringe van syne stellingen...
Biblia Naturae, Boerhave 1737*

Bij de afbeelding op de voorpagina: Swammerdam met iPad.

Op sommige scholen wordt tegenwoordig de werkelijkheid vervangen door de iPad en het internet. Het is alsof we terugkeren naar de tijd, waarin niet de waarneming en de ervaring maar alleen het geschreven woord en beeld oftewel de virtuele wereld telt. Deze gedachte roept herinneringen op aan een van de eerste biologen, Jan Swammerdam. “So dat altyd by de hand was, wat vereyscht wierd tot beweringe van syne stellingen”, Schreef Boerhave in 1737 bij het publiceren van Swammerdams Biblia Naturae. (Swammerdam 1737). Swammerdam liet tegen de gewoonte van zijn tijd de studie uit de oude klassieke boeken achter zich en ging op onderzoek in de echte wereld en beschreef die zo minutieus, dat zijn inzichten nog steeds van toepassing zijn. Boerhave onderkende het belang van een onderzoekende, ervaringsgerichte houding toen hij het werk van Swammerdam besloot te publiceren en roemde het in zijn voorwoord in de Biblia Naturae.

Voorwoord

Allereerst wil ik de mensen bedanken die dit onderzoek mogelijk hebben gemaakt. Douwe van de Kooi die deze master onder mijn ogen bracht en de HVA die mij studie 2 jaar lang faciliteerde. Prof. Dr Henriëtte Maassen van de Brink, Dr. Chris van Klaveren, Dr. Adam Booi, Dr. Carla Haelermans, Prof. Dr. Wim de Groot en alle andere docenten voor hun inspirerende begeleiding, Prof. Dr. Matthias Wilde van de Bielefeld Universität voor literatuur en andere informatie over zijn onderzoek, Marcelle Peeters van O₂, docenten Annemiek Noorman, Natasja Kristel, Peter Morren, Jasper Out en Rick Bierman die hun tijd en klassen beschikbaar stelden en natuurlijk de scholen Trinitas college, Pieter Zandt, Teylingen college, RSG Enkhuizen en Huygens college voor hun medewerking, Hein Dirks en de andere collega's van het biologieteam die mijn afwezigheid en drukte accepteerden, de studenten van de opleiding Biologie aan de HVA die als proefkonijn fungeerden, Amber Kortzorg, Daan van Gool, Jessica Borgreve en Ahlam El Yaakoubi voor het inkloppen van data, studiematjes Nana van Ginhoven, Anita Philips en de andere studiegenoten van MEBIT voor het samen studeren en overwinnen van de moeilijke momenten, Tessy Ernst, Wendy Pruijsen de Gelder en Ahlam El Yaakoubi voor het kritisch doorlezen van teksten en lesbrieven, Jossra El Yaakoubi voor haar hulp bij de statistiek en TIER voor de sponsoring van alle interventie materialen.

Inhoudsopgave

Samenvatting	7
1. Inleiding, aanleiding voor het onderzoek	7
1.1 Plaats van de fysieke leeromgeving in de vakdidactiek van het biologie onderwijs.....	8
1.2 Plaats van het ervaringsleren	9
1.3 Omgevingsgericht leren.....	10
2. Literatuurbeschrijving	11
2.1 Wat betekent de literatuur voor dit onderzoek?.....	12
3. Probleemstelling en onderzoeksvraag	13
4. Onderzoeksmethode en data analyse.....	15
4.1 De interventies of treatments	16
4.2 De kennistoetsen	16
4.3 Het lesmateriaal	17
4.5 In het onderzoek opgenomen variabelen	19
4.6 A priori poweranalyse	20
4.7 Data analyse.....	20
4.8 Test op normaliteit testcores	21
4.9 Lacunes, tekortkomingen en onderzoekseffecten.....	21
5. De resultaten.....	22
5.1 Hebben de leerlingen geleerd van de lessen? Pretest en natest vergeleken.....	22
5.2 Zijn er verschillen tussen de leerresultaten in de natest?.....	22
5.3 In welke mate is de verworven kennis beklijfd? De resultaten van de vervolgtest.....	23
5.4 Multivariabele Lineaire Regressie.....	23
5.5 Kennisverwerving van meisjes en jongens vergeleken	24
5.6 Etniciteit en testcores	25
5.7 Huisdier en kennisverwerving	25
5.8 Potentiële mechanismen, de intrinsieke motivatie	27
5.9 Factor analyse	28
5.10 Cronbachs α	28
5.11 Resultaten motivatie	29
6. Conclusies en discussie	30
6.1 Aanbevelingen	31
Literatuur	33
Bijlagen	36

Effecten van dieren, planten en media in het biologielokaal als onderdeel van de fysieke leeromgeving voor contextrijk leren.

Door Gertjan Martens, Hogeschool van Amsterdam, TIER/Teachers Academy,
Maastricht University 2014

Begeleiders: Prof. Dr. Henriette Maassen van den Brink, Dr. Adam Booij.

Samenvatting

Veel biologieleraren menen dat een vaklokaal met practicumvoorzieningen, levende materialen en een sfeer die het vak uitdraagt, essentieel is voor de ontwikkeling van leerlingen. Toch kiezen scholen er regelmatig voor biologielessen te geven in een zogenaamd multifunctioneel leslokaal, een lokaal zonder voorzieningen en vakidentiteit. Deze studie heeft onderzocht welke effecten lesgeven met mediafragmenten, of in plaats daarvan het inrichten van een klaslokaal en lesgeven met levende materialen, heeft op de kennisverwerving en motivatie van leerlingen in het VMBO. Het is voor het eerst dat een kwantitatief onderzoek naar de effecten van levende lesmaterialen in de klas op kennisverwerving en intrinsieke motivatie in Nederland is uitgevoerd en het is ook de eerste keer dat dit gebeurt bij VMBO leerlingen. Diverse buitenlandse studies vinden positieve effecten van dieren, planten en media in de klas en slechts een enkele studie vindt een negatief effect. In dit onderzoek aan 379 leerlingen uit 15 VMBO klassen van vijf scholen werd gevonden dat zowel lessen met media als lessen met levende dieren en planten op de langere termijn een significant hogere kennisverwerving opleveren dan lessen zonder dergelijke materialen. Bij lessen met levende planten en dieren worden de hoogste scores behaald en is een significant hogere intrinsieke motivatie waargenomen dan bij lessen met media. Media lijken een goed alternatief als het doel uitsluitend lineaire, hiërarchische kennisoverdracht is, maar lessen met levende dieren en planten leveren een veel complexer leerervaring op en daarmee een groter leereffect op langere termijn. Dit onderzoek laat zien dat al met enkele eenvoudige en goedkope middelen van een klaslokaal een vaklokaal, en van een les een biologies gemaakt kan worden waarin leerlingen gemotiveerd tot betere leerprestaties komen.

1. Inleiding, aanleiding voor het onderzoek

De Nederlandse examenprogramma's voor het vak biologie 2013 volgen de concept/context benadering. De opzet hiervan is, dat leerlingen leren door zich in contexten te begeven.

Er worden drie typen tamelijk theoretische contexten gebruikt: (Almekinders, Bosmans et al. 2009; Boersma, Kamp et al. 2010).

- Beroepscontexten, bijvoorbeeld de praktijk van een natuurbeheerder of een dierenarts
- Wetenschappelijke contexten, bijvoorbeeld die van een viroloog of een ecoloog
- Leefwereldcontexten, bijvoorbeeld sport, school, seksualiteit enzovoort.

Deze aanpak sluit niet aan bij de praktische houding, behoeften en talenten van de VMBO-leerlingen. VMBO-leerlingen hebben behoefte aan ervaringsgerichte contexten zoals:

- Een bedrijfsexcursie
- Museumbezoek
- Veldwerk
- Levende lesmaterialen
- Activiteiten in de klas

Algemeen wordt in het biologieonderwijs aangenomen dat een biologielokaal met een vakgerichte inrichting in combinatie met lessen die praktisch van aard zijn en ervaringsleren bevorderen, leidt tot een betere leerprestatie en een hogere motivatie. Daarnaast hebben levende planten en dieren in de klas volgens verschillende buitenlandse auteurs een positief effect op leerprestatie, motivatie, ontwikkeling van empathie en sociaal-emotionele ontwikkeling.

Op de Hogeschool van Amsterdam worden studenten van de lerarenopleiding opgeleid tot docent VMBO, MBO en onderbouw HAVO. Ongeveer 60% van de leerlingen in Nederland komt terecht in het VMBO en de meeste afgestudeerden zullen in dat werkveld aan de slag gaan.

De HvA studenten worden opgeleid in een contextrijke leeromgeving. Ze bezoeken scholen en lopen stage als onderdeel van de beroepscontext, elk semester kent één of meerdere excursies (de leefwereldcontext en wetenschappelijke context), studenten krijgen les in een biologielokaal dat voorzien is van microscoopkasten, terraria, aquaria, kooien met kleine zoogdieren en een plantenkas, in het lokaal zijn laboratoriumvoorzieningen en regelmatig worden extra levende materialen ingebracht voor de lessen. In een dergelijk lokaal wordt de biologie in al haar facetten bestudeerd. Tweederde van het onderwijs is praktisch van aard en vindt plaats aan de hand van levende of geprepareerde materialen, multimedia, modellen en het eigen lichaam. Er is veel aandacht voor eigen onderzoek en natuurbeleving.

Tenslotte staan veel van de lesmaterialen gepresenteerd in vitrines in de buurt van het lokaal, hetgeen de afdeling sfeer en identiteit verleent.

Na hun studie komen afgestudeerden veelal in een andere wereld terecht.

Lokalen op scholen zijn regelmatig “multifunctioneel”, hetgeen eigenlijk betekent dat het een lokaal betreft zonder vakspecifieke inrichting. Op de school is of zijn vaak weinig ruimte voor excursies, weinig budget voor lesmaterialen en weinig tijd of faciliteiten voor practica. Bezuinigingen en praktische bezwaren leiden er toe dat het onderwijs vooral wordt gegeven met als lesmateriaal een biologiemethode met werkboek en op zijn best een *beamer*. Het is voor jonge docenten moeilijk in een dergelijke omgeving contextrijk onderwijs vorm te geven en het geleerde toe te passen in de praktijk.

1.1 Plaats van de fysieke leeromgeving in de vakdidactiek van het biologie onderwijs

In de toelichting subdomeinen vakdidactiek van de "Kennisbasis Biologie, Natuurkunde, Scheikunde, Techniek, Wiskunde, lerarenopleiding voortgezet onderwijs." (Almekinders, Bosmans et al. 2009) en de “Kennisbasis HBO Master” (Hertog and Krijnen 2011) wordt de fysieke leeromgeving als volgt gedefinieerd:

1.3 De leeromgeving

Het theorielokaal

Het practicumlokaal (inclusief ARBO)

ICT

Veldwerk

Gebruik van publieke faciliteiten zoals:

Waterzuivering

Kinderboerderij

Dierentuin

Werkplekkenstructuur

Voor studenten van de 2^e graads- en master-opleidingen staan in de “Kennisbasis HBO Master” de volgende indicatoren:

- De student kan een veldwerkactiviteit en de bijbehorende materialen en organisatie ontwikkelen en begeleiden, gebaseerd op de natuurwetenschappelijke methode.
- De student kan een lessenreeks opstellen die voldoet aan de concept-contextbenadering en het bijbehorende onderwijsmateriaal digitaal ontwikkelen en arrangeren.
- “Ontwerp met collega’s van andere exacte vakken een science vleugel voor een te bouwen of verbouwen school en onderbouw deze met een visie op het schoolvak biologie en de samenwerking met en afstemming op de andere exacte vakken.” (Hertog and Krijnen 2011)

1.2 Plaats van het ervaringsleren

Kolb ziet het ervaringsleren als tegenpool van het theoretisch leren van teksten en lesstof van docenten (Wientjes and Tuithof 2005). Bij het theoretisch leren vormt de kennisverwerving een onpersoonlijk logisch geheel dat gebaseerd is op een afstandelijke en objectieve houding. Bij het ervaringsleren worden leerlingen blootgesteld aan een concrete ervaring of actie waarna reflectieve observatie, abstracte conceptualisatie en actief experimenteren volgen hetgeen weer aanleiding geeft tot nieuwe ervaringen (Kolb and Kolb 2005). Kolb beschrijft de tegenstelling tussen ervaringsleren en theoretisch leren en onderscheidt een cyclus van vier verschillende fasen van leren: een concreet ervarende, een reflectief observerende, een abstract conceptualiserende en een actief experimenterende fase. Voor een compleet leerproces zijn alle manieren van leren nodig, maar individuen hebben een verschillende voorkeur oftewel verschillende leerstijlen.

Kolb en anderen (Coffield, Moseley et al. 2004) zien ook een relatie tussen leerstijlen en verschillende kennisgebieden en disciplines. De concreet ervarende modus bijvoorbeeld domineert volgens Kolb bij de dienstverlenende en op voorlichting gerichte disciplines (Wientjes and Tuithof 2005) en is van belang voor de toekomstige beroepen van onze VMBO leerlingen.

VMBO-leerlingen hebben een voorkeur voor “handen uit de mouwen” praktisch onderwijs. Dat sluit aan bij de visie van Lewin en Kolb (Kolb and Kolb 2005) die zegt dat leren begint bij de concrete ervaring. Voor onderwijs aan VMBO-leerlingen moet dat een uitgangspunt zijn. VMBO-leerlingen zijn praktisch en toepassingsgericht (Lensink 2009). De didactische werkvormen, die in het VMBO toegepast worden dienen een concrete manier van werken te benadrukken.

Motivationeel zijn VMBO-leerlingen minder sterk. Het is daarom heel belangrijk dat leerlingen ondersteund worden met motiverende activiteiten (van der Neut, Teurlings et al. 2005)

Volgens Kolb (Kolb and Kolb 2005) moeten leerlingen een leerproces aangeboden krijgen dat het leren het beste versterkt. Ervaringen door interactie met hun omgeving zijn daarbij belangrijk. Leren is het resultaat van de uitwisseling tussen een leerling en de omgeving. Van denken, voelen en waarnemen naar gedrag. Opvattingen en ideeën worden in dat proces door de leerling onderzocht en getest. Volgens Piaget (Wal 2006) ontstaat leren door een evenwicht tussen assimilatie en accommodatie van nieuwe concepten afkomstig uit nieuwe ervaringen, en is kennis het resultaat van de combinatie van (be)grijpen en transformeren van ervaringen.

1.3 Omgevingsgericht leren

In een publicatie van Kings College London schrijft Dillon dat omgevingsgericht onderwijs schoolonderwerpen rijk en relevant maakt en passieve leerlingen tot leren brengt (Dillon 2010). De voordelige effecten van onderwijs in een natuurlijke omgeving worden door diverse auteurs beschreven. Rickinson noemt in “A review of research on outdoor learning.” positieve cognitieve, affectieve, sociale en interpersoonlijke, fysieke en gedragseffecten bij leerlingen (Rickinson, M., J. Dillon, et al. 2004). Er hangt ook een economisch prijskaartje aan omgevingsgericht leren. Dillon schat de economische waarde van natuur en milieu kennis voor Engeland jaarlijks op 2,1 miljard pond. (Dillon 2010).

Fig 1. De klas de natuur in of de natuur in de klas.



Planten in de klas

“Planten zijn zeer belangrijk maar worden onvoldoende gekend en door veel mensen als vanzelfsprekend aanwezig en onuitputtelijk beschouwd. Leerlingen vinden planten over het algemeen niet opwindend”. (Babaian and Twigg 2011)

2. Literatuurbeschrijving¹

Diverse studies wijzen op de positieve invloed die de inzet van levende planten en dieren kunnen hebben op het gebied van motivatie en kennisverwerving (Shibata and Suzuki 2002; Schröder, Mallon et al. 2009; Wilde and Bätz 2009; Daly, Burchett et al. 2010; Meyer, Balster et al. 2011; Hummel and Randler 2012; Wilde, Hußmann et al. 2012). Hummel en Randler vonden in hun meta-analyse van bijna 30 studies bij ongeveer 2/3 van de studies een positief effect van levende dieren op de leerprestaties, bij 1/3 van de studies geen effect en bij één studie een negatief effect (Hummel and Randler 2012). In hun eigen experiment vonden ze geen verschil in kennisverwerving tussen leerlingen die dieren via filmbeelden bestudeerden en leerlingen die met levende dieren werkten, maar wel een significant verschil in intrinsieke motivatie. Wilde en Bätz deden korte en langdurige interventies met levende dwergmuizen, waarbij de controlegroep filmfragmenten te zien kreeg en vonden bij leerlingen die dieren langdurig in de klas hadden een significant hogere kennisverwerving dan bij de filmgroep. Zowel kort als langdurige contact met dwergmuizen gaf een significant hogere intrinsieke motivatie dan bij de filmgroep. Er was geen significant verschil in motivatie tussen kort en langdurige contact met dieren. (Wilde and Bätz 2009).

Shibata en Suzuki, Daly et al. en Han vinden positieve effecten van planten op de cognitieve prestatie van studenten (Shibata and Suzuki 2002; Han 2009; Daly, Burchett et al. 2010). Van Duijn TNO beschrijft betere cognitieve prestaties en luchtzuiverende effecten van planten in de klas, zoals significante verlaging van het CO₂ gehalte en fijnstof bij leerlingen in het basisonderwijs groep 8 (Duijn 2011).

Daarnaast worden ook andere effecten vastgesteld. Randler en Hummel laten zien dat angst en afschuw van nuttige maar “enge” dieren als pissebedden, slakken en muizen significant afneemt wanneer dergelijke dieren in het onderwijs van 11 tot 13 jarigen worden toegepast (Randler, Hummel et al. 2012)

Bätz observeert dat het verzorgen van dieren in de klas voorafgaand aan het onderwijs de sociale banden tussen leerlingen en leerkracht significant versterkt (Bätz, Damerau et al. 2011). Het gemeenschappelijk handelen in een authentieke context biedt leerkrachten de gelegenheid dit toe te passen. Meyer et al. vinden dat levende dieren als leermiddel significant positief bijdragen aan een constructivistische leeromgeving voor de deelgebieden emotioneel, zelfgestuurd, situationeel, sociaal, actief en constructief leren (Meyer, Balster et al. 2011)

Schröder et al. observeerden effecten van levende dieren of laptops in de klas op leerling-gedrag met behulp van video opnames. Naast een hoge kennisverwerving en significant positieve effecten in de motivatie gebieden “Interesse” en “genoegen” en positieve verschillen bij “ervaren keuzevrijheid”, vonden zij dat de leerlingen in de dierenklas (muizen) de leervoorwerpen vaker manipuleerden, terwijl de leerlingen in de laptopklas (media) meer gesloten leergedrag in de categorieën lezen, schrijven en tekenen vertoonden (Schröder, Mallon et al. 2009). Verder blijkt in deze studie dat de kennisverwerving bij lessen met media via een laptop groter is dan de kennisverwerving bij lessen met levende dieren. De verklaring die de auteurs daarvoor geven, is dat bij lessen met levende dieren allerlei storende factoren en affectieve effecten optreden: er is ruis. Bijvoorbeeld doordat de dieren niet meteen het gewenste gedrag vertonen en veel van de cognitieve inspanning van de leerlingen naar het opwekken en sturen van het gedrag gaat, waardoor er minder overblijft voor de kennisverwerving (Schröder, Mallon et al. 2009). Media

¹ Voor deze literatuurstudie zijn alleen experimentele, *evidence based* studies gebruikt.

lenen zich volgens Schröder, Mallon et al. bij uitstek voor het exact doseren van informatie en zijn daarmee zeer geschikt als het doel uitsluitend kennisverwerving is. De omgang met dieren stelt aan leerlingen echter hogere eisen dan het bekijken van een film (Schröder, Mallon et al. 2009).

In verband met de soms geobserveerde lagere kennisverwerving bij lessen met levende dieren is de *Cognitive Load Theory* (Sweller 1994; Sweller 2010) over *instructional design* interessant. Daarin wordt het begrip *extraneous load* genoemd. Wanneer er sprake is van *High element interactivity material*, dat wil zeggen wanneer veel lesstof-elementen interacteren, bijvoorbeeld in een complexe formule of situatie, dan geeft dat een grote *memory load*. In die situatie is *extraneous load* ongewenst. Er kan dan minder geleerd worden. Sommige docenten zijn bang dat VMBO-leerlingen in een stimulerende leeromgeving overprikkeld raken. Dat hangt echter geheel af van de totale *memory load*.

Door de *storende* factoren wordt er soms minder kennis verworven maar worden tegelijkertijd andere vaardigheden ontwikkeld die niet in deze onderzoeken gemeten zijn, maar wel van belang zijn voor de leerlingen. Bijvoorbeeld de ontwikkeling van psychomotorische vaardigheden, cognitieve vaardigheden, affectieve vaardigheden, overwinnen van angst, ontwikkeling van zelfvertrouwen en motivatie en ook het ontwikkelen van een visie op natuur en milieu.


2.1 Wat betekent de literatuur voor dit onderzoek?

Hummel en Randler vonden geen verschil tussen leerprestaties van leerlingen die met dieren werkten en leerlingen die met film werkten (Hummel and Randler 2012) Wilde en Bätz vonden wél betere leerprestaties bij de dierengroep wanneer leerlingen langdurig en intensief aan de dieren werden blootgesteld door ze enkele weken in de klas te verzorgen (Wilde and Bätz 2009). Hummel en Randler (Hummel and Randler 2012) en Wilde en Bätz (Wilde and Bätz 2009) vonden beiden een positief effect van levende dieren op intrinsieke motivatie, maar het effect van de multimedia behandeling is in beide studies niet vergeleken met een controlegroep die geen behandeling heeft gekregen. Het effect van de media behandeling ten opzichte van een controlegroep is daardoor onduidelijk. Bij de studies van Shibata en Suzuki (Shibata and Suzuki 2002), Daly et. al. (Daly, Burchett et al. 2010) en Han (Han 2009) zijn de effecten van planten op de intrinsieke motivatie niet onderzocht. Onderzoekers van de Universität Bielefeld onderzochten tot nu toe leerlingen van het schooltype Gymnasium (Schröder, Mallon et al. 2009; Meyer, Balster et al. 2011; Wilde, Hußmann et al. 2012) en Gymnasium en *Realschule* (\pm VMBO-T/HAVO) (Hummel and Randler 2012). Onderzoek over de effecten van levende planten en dieren in Nederlandse schoolsituatie en in het VMBO in het bijzonder is tot nu toe niet voorhanden.

Tabel 1. Relevantie studies over de effecten van media, dieren en planten op kennisverwerving en motivatie.

auteurs	Treatment	Levend dier/plant			Alternatief (film)			Controle groep geen pl/d/m
		Cognitieve prestatie	Intrinsieke Motivatie	Psycho-fysiolog. effecten	Cognitieve prestatie	Intrinsieke Motivatie	Psycho-fysiolog. effecten	
Hummel, E. and C. Randler (2012)	Huismuis, Wijngaardslak Pissenbed	+	+(alleen muis)		+			
(Meyer, Balster et al. 2011)	Dwergmuis	+		+				
Wilde and Bätz (2009)	Dwergmuis	+	+	+				
Shibata, S., & Suzuki, N. (2002)	Bladplanten	+						
Schröder et al. 2009	Dwergmuis				+		+	
Daly, J., Burchett, M., & Torpy, F. (2010)	Bladplanten	+						
Han, K. T. (2009)	Bladplanten			+				
o of + opgeteld		+5	+2	+3	+2		+1	

Noot. + = positief effect o = geen effect -- = negatief effect

 = Controlegroep

 = Treatmentgroep

3. Probleemstelling en onderzoeksvraag

In Nederland volgen de examenprogramma's biologie de concept/context benadering. De bedoeling is dat leerlingen leren door zich in contexten te begeven. De contexten bestaan vaak uit een tekst over een situatie zoals een beroepscontext, een wetenschappelijke context of een leefwereldcontext. Dergelijke opdrachten doen denken aan de ingeklede vraagstukken van vroeger.

Een contextrijke leeromgeving kan veel ervaringsgerichter zijn. Sommigen van ons herinneren zich nog de verwondering die ze beleefden toen ze voor het eerst ondergedompeld werden in een wereld van indrukken van bijvoorbeeld een natuur historisch museum, een tentoonstelling, dierentuin of vaklokaal biologie, natuur/scheikunde of andere vakken. In een dergelijke fysiek contextrijke leeromgeving lijkt leren als vanzelf beter te gaan. Of dat ook werkelijk zo is, wil deze studie onderzoeken door vaklokalen in te richten.

Omdat het volledig contextrijk inrichten van vaklokalen op vijf scholen niet haalbaar is, is gekozen voor een model met levende planten en dieren in de klas en het bestuderen van de effecten daarvan op de kennisverwerving en motivatie van de leerlingen. Bestaande publicaties en de meta-analyse van (Hummel and Randler 2012) verantwoorden deze keuze. Omdat veel lokalen tegenwoordig zijn voorzien van een beamer, worden de resultaten vergeleken met die van een groep leerlingen die mediafragmenten gepresenteerd krijgt en met een controlegroep die geen van beide krijgt.

De probleemstelling is: “Draagt een fysieke context bestaande uit een vakspecifieke leeromgeving met levende planten en dieren, posters, modellen en andere onderwijs gerelateerde objecten betekenisvol bij aan de leerervaring², beleving³, leerprestaties⁴, motivatie⁵, conceptvorming⁶ en sociaal emotionele ontwikkeling⁷ van de leerlingen?” Omdat de hiervoor genoemde effecten niet allen tegelijk in één enkele studie gemeten kunnen worden, is gekozen voor een vereenvoudigde vraagstelling bestaande uit twee onderzoeksvragen.

Deze vragen zijn:

1. “Heeft de aanwezigheid van levende dieren en planten in de klas en inzet daarvan tijdens de les een meetbaar positief effect op de leerprestaties en intrinsieke motivatie van de leerlingen?” en

2. “Vormen multimedia een volwaardig alternatief voor levende materialen in de klas”?

Door te kiezen voor leerprestaties en intrinsieke motivatie sluit deze studie aan bij eerder onderzoek. Beide parameters zijn eerder gebruikt om de effecten van levende materialen in de klas te meten (Hummel and Randler 2012), (Wilde and Bätz 2009), (Shibata and Suzuki 2002), (Daly, Burchett et al. 2010) en voor beiden zijn goede gevalideerde meetinstrumenten voorhanden.

Uit de vraagstelling volgen onderstaande hypothesen.

Hypothesen multimedia-leerprestatie:

Nul hypothese (H_{0m}): Er is geen, of een negatief verband tussen het aanbieden van multimedia en de leerprestatie. Alternatieve hypothese (H_{Am}): Er is een positief verband tussen het aanbieden van multimedia en de leerprestatie.

Hypothesen dieren en planten-leerprestatie:

Nul hypothese (H_{0dp}): Er is geen, of een negatief verband tussen het aanbieden van dieren en planten en de leerprestatie. Alternatieve hypothese (H_{Adp}): Er is een positief verband tussen het aanbieden van dieren en planten en de leerprestatie.

Hypothesen multimedia-intrinsieke motivatie:

Nul hypothese (H_{0mm}): Er is geen, of een negatief verband tussen het aanbieden van multimedia en de intrinsieke motivatie. Alternatieve hypothese (H_{Amm}): Er is een positief verband tussen het aanbieden van multimedia en de intrinsieke motivatie.

Hypothesen dieren en planten-intrinsieke motivatie:

Nul hypothese (H_{0dm}): Er is geen (of een negatief) verband tussen het aanbieden van dieren en planten de intrinsieke motivatie. Alternatieve hypothese (H_{Adm}): Er is een positief verband tussen het aanbieden van dieren en planten de intrinsieke motivatie.

² Leerervaring: de leerling doet ervaringen op in de context van de gekozen leerdoelen van de les met kennis en vaardigheden die nodig zijn voor een leven lang leren.

³ Beleving: de manier waarop de leerling iets ervaart of beleeft.

⁴ Leerprestaties: scholen hebben verschillende methoden om het leerniveau van leerlingen te meten. De meeste scholen geven cijfers voor de prestaties, maar sommige scholen gebruiken beschrijvingen van de resultaten van de leerlingen. <http://www.nationaleonderwijsgids.nl>

⁵ Motivatie: wat een leerling leert, is niet alleen afhankelijk van zijn capaciteiten, maar ook van de mate waarin hij zijn capaciteiten inzet. De mate waarin iemand op grond van een afweging van mogelijkheden, eisen en te verwachten consequenties zijn capaciteiten, tijd en aandacht inzet wordt hier omschreven als motivatie. Hamstra, D. and J. Van den Ende (2006). De vmbo-leerling. Onderwijspedagogische en ontwikkelingspsychologische theorieën, Amersfoort: CPS.

⁶ Conceptvorming: proces waarbij een persoon leert specifieke ervaringen in algemene regels te vertalen. <http://www.britannica.com>

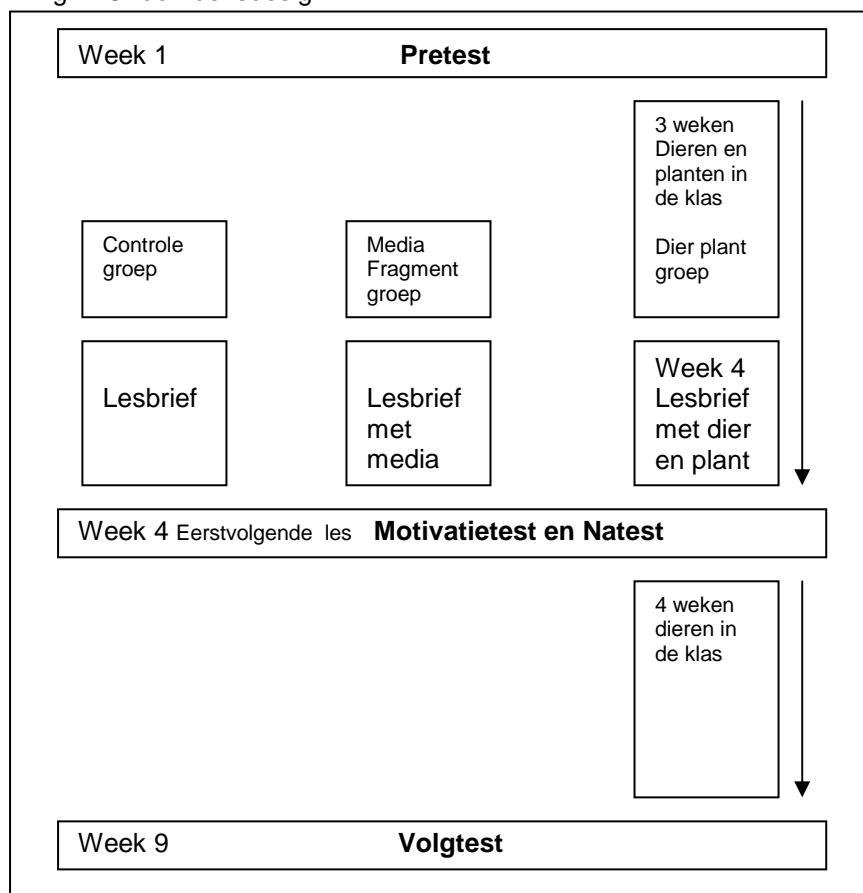
⁷ Sociaal emotionele ontwikkeling: de manier waarop kinderen in toenemende mate hun emoties bewust ervaren en grip krijgen op hun emoties. <http://www.encyclo.nl>

4. Onderzoeksmethode en data analyse⁸

Dit onderzoek betreft een quasi-experiment dat is uitgevoerd met vijftien eerste klassen VMBO (N=379) afkomstig van vijf scholen in Noord-Holland, Zuid-Holland en Flevoland (bijlage 12). We nemen aan dat de scholen een steekproef zijn van alle scholen uit deze provincies. Het was niet mogelijk random experimentele groepen samen te stellen omdat leerlingen al in klassen verdeeld waren. Er zijn vijf scholen geselecteerd met ieder tenminste drie vergelijkbare VMBO klassen. Van elk van die scholen werden drie VMBO klassen random verdeeld over drie *treatments*: lessen met een lesbrief, lessen met een lesbrief met ondersteunende media, en lessen met een lesbrief en dieren en planten. De verschillende *treatments* werden per school door dezelfde docent uitgevoerd aan de hand van een docentenhandleiding. De docenten waren 4e jaars studenten (2) aan de Hogeschool van Amsterdam in de laatste fase van hun studie of recent afgestudeerde alumni (3) van de Hogeschool van Amsterdam. De gemiddelde leeftijd van de leerlingen was 12.5 jaar (SD = 0.54).

Drie weken voor de uitvoering van de lessen zijn vijf klaslokalen voorzien van levende planten en dieren als onderdeel van de lokaalinrichting. Leerlingen van die klassen hielpen mee de dieren en planten te verzorgen. Deze leerlingen kregen in de vierde week de dier en plant *treatment*. De leerlingen van de andere klassen kregen de planten en dieren na afronding van het onderzoek te zien. Alle lessen zijn uitgevoerd binnen het normale lesprogramma van de klassen.

Fig 2. Onderzoeksdesign.



⁸ Voor de statistische analyse is gebruik gemaakt van Allen, P. J., & Bennett, K. (2010). PASW Statistics by SPSS: A Practical Guide: Version 18.0. South Melbourne, Australia: Cengage Learning, en Field, A. (2011). Discovering statistics using IBM SPSS statistics. Third edition. Sage.

4.1 De interventies of treatments

116 leerlingen kregen een kleurrijk geïllustreerde, visueel aantrekkelijke lesbrief over dwerghamsters, reuzenboomkikkers en vleesetende planten. 125 leerlingen kregen drie Nederlands gesproken en van ondertiteling voorziene filmfragmenten van elk vijf minuten te zien via een beamer, gevolgd door de lesbrief. 118 leerlingen kregen 15 minuten de tijd om de twee levende dwerghamsters (*Phodopus sungorus*), twee levende reuzenboomkikkers (*Litorea caerulea*) en een vleesetende plant met levende krekels (*Dionea muscipula*) te hanteren en observeren voorafgaand aan het maken van de lesbrief.

De direct daarop volgende les werden de IMI motivatietest en natest kennistoets afgenomen. 5 weken later werd een vervolgttest afgenomen om te onderzoeken in hoeverre de kennis is beklijft.

4.2 De kennistoetsen

De pretest en natest kennistoetsen bestonden elk uit 25 multiple choice vragen en 3 open vragen. De items van beide toetsen waren hetzelfde, maar de volgorde van de items en de antwoorden waren random gewijzigd. Bij sommige multiple choice vragen waren meerdere antwoorden mogelijk. Een voorbeeld van een MC vraag: Russische dwerghamsters leven in Kazachstan in een woestijnachtig berggebied. Het is er 's winters heel koud en zomers heet. Hoe houdt hij een winterslaap?

Antwoorden:

- De dwerghamster houdt geen winterslaap, wel een winterrust. (juist)
- De dwerghamster houdt wel een winterslaap. (fout)
- De dwerghamster brengt veel tijd in zijn hol door. (juist)
- De dwerghamster maakt een voedselvoorraad voor de winter. (juist)

Elk juist antwoord leverde één punt op, voor elk onjuist antwoord werd een punt afgetrokken.

De 3 open vragen waren:

-Teken in dit vakje hoe het leefgebied van de dwerghamster/boomkikker er volgens jou uit ziet.

-Denk je dat de levensverwachting van een huisdier verschilt van die van een dier in de natuur?

-Zijn vleesetende planten gevaarlijk voor kinderen of mensen? Deze vragen leverden maximaal vier punten op. Voor elk onjuist antwoord werd een punt afgetrokken.

De vervolgttest bestond uit twaalf open vragen met één tot twee deelvragen waarvoor maximaal 4 punten per vraag behaald konden worden. Voor het beoordelen van de vervolgttoets is een antwoordmodel gebruikt waarbij voor elk goed antwoord 1 punt werd toegekend, en voor elke fout een punt werd afgetrokken. Twee voorbeelden van open vragen van de vervolgttest:

Vraag: Wat voor nest maakt de dwerghamster? Beschrijf het zo volledig mogelijk.

Correcte antwoorden (elk levert 1 punt op tot een maximum van 4 punten): Meerdere holletjes, ongeveer één meter diep, slaapkamer gevoerd met mos (zomer) of wol (winter), voedselvoorraad kamer, toiletkamer, meerdere uitgangen 6 stuks, sociale groepen. In gevangenschap in zaagsel.

Vraag: Hoe ademt een boomkikker? Wat zie je bewegen als hij ademt?

Correcte antwoorden: geen ribbenkast en geen middenrif, met longen, ook via de huid, slikt lucht in met keel, de keel beweegt en soms ook de flank(buik), nek of rug.

Bij alle toetsen is de score per item bepaald door het aantal punten voor goede antwoorden te verminderen met het aantal foute antwoorden.

4.3 Het lesmateriaal

De inhoud van de lessen sloot aan op de methode “Biologie voor jou” en het centraal examen VMBO Syllabi BB, KB en GT. Daarin staat bij leerdoelen: “verbanden aangeven tussen vorm, bouw en leefwijze van organismen en de omgeving waarin deze organismen leven, en aangeven hoe planten en dieren zijn aangepast aan hun leefomgeving”. Voor een gedetailleerde weergave van de leerdoelen⁹ verwijs ik naar (examens 2013). In de werkbladen is dit als volgt uitgewerkt (zie bijlagen):

- Morfologie en fysiologie van de dwerghamster
- Gedrag van de dwerghamster
- Geografie en ecologie van de dwerghamster
- Morfologie en fysiologie van de reuzenboomkikker
- Gedrag van de boomkikker
- Geografie en ecologie van de reuzenboomkikker
- Morfologie en fysiologie van de carnivore plant
- Gedrag van de carnivore plant
- Geografie en ecologie van de carnivore plant

De lessen zijn gegeven in de vorm van een roulerend practicum. Na een korte instructie van de docent beginnen de groepen met de opdrachten over zoogdieren of amfibieën of vleesetende planten. Na 15-20 minuten wisselen de groepen van onderwerp. Aan het einde van de les werd kort geëvalueerd (zie bijlagen 10 en 13 voor een impressie).

Elke school kreeg een interventiepakket (zie bijlagen 2-9) bestaande uit:

- Een brief voor de deelnemende school
- Een verblijf met Siberische dwerghamsters met *caresheet*
- Een terrarium met reuzen-boomkikkers met *caresheet*
- Een vivarium met vleesetende plant
- Drie multimediafragmenten op Youtube en via Dropbox
- Een docentenhandleiding en lesplanning (zie schema)
- Lesbrieven dwerghamster, boomkikker en vleesetende plant
- Pretest, natest en vervolgttest met antwoordbladen
- Motivatietest
- Een Excel spreadsheet voor achtergrondkenmerken van leerlingen

Docenten is gevraagd een aantal achtergrondkenmerken van de leerlingen te verzamelen: cito-score, geslacht, leeftijd, wel of geen huisdier, etnische achtergrond en klastype. Daarnaast zijn achtergrondkenmerken van de school en docent verzameld.

Na het onderzoek hadden de scholen de keuze het levende materiaal te behouden voor toekomstige lessen. Alle scholen kozen er voor het materiaal te houden.

⁹ <http://www.examenblad.nl>

Fig 3. de kikker en hamsterverblijven.



4.4 Achtergrondkenmerken en niet geobserveerde kenmerken

Om aannemelijk te maken dat de eventueel gevonden verschillen tussen de experimentele groepen en de controlegroepen het gevolg zijn van de gepleegde interventies en niet van andere variabelen of niet geobserveerde kenmerken zijn een aantal achtergrondkenmerken geobserveerd (Tabel 2). Er blijkt een verschil te zijn tussen het percentage meisjes en jongens in de controlegroep ($M = .55$, $SD = .50$, $p = .08$) en in de mediagroep en de dier-plantgroep ($M = .42$, $SD = .49$, $p = .04$). Dit verschil heeft geen significant effect op de pretest ($t = -1.81$, $df = 340$, $p = .07$). Daarnaast is zichtbaar dat er verschillende typen VMBO klas in het experiment vertegenwoordigd zijn. School 1 leverde twee VMBO LWOO klassen en één VMBO TL klas, school 2 drie VMBO TL klassen, school 3 leverde drie VMBO KB klassen, school 4 drie VMBO TL klassen en school 5 drie VMBO TL brugklassen. In de pretest heeft dat een significant effect op de score van de dier-plant groep. De dier-plant groep scoort significant lager ($t = -2.16$, $df = 232$, $p = < .05$) dan de controlegroep (Tabel 4). In de natest en de vervolgttest is dat effect verdwenen en scoort de dier-plantgroep het hoogst. Er is in de pretest geen verschil tussen de mediagroep en de controlegroep ($t = -.273$, $df = 239$, $p = .79$) gevonden.

Tabel 2. Balancerings tabel: achtergrondkenmerken met gemiddelde en standaard deviatie (t-tests).

	Control		Dier/Plant		t-test	
	Mean	s.d.	Mean	s.d.	Difference	p-value
Geslacht (man=1)	0.55	0.50	0.42	0.49	-0.13	0.04
Leeftijd	12.46	0.55	12.51	0.55	0.05	0.51
Etnische minderheid	0.03	0.16	0.06	0.24	0.03	0.20
Huisdier	0.72	0.45	0.61	0.49	-0.11	0.08
School 1	0.13	0.33	0.18	0.38	0.05	0.25
School 2	0.23	0.42	0.21	0.41	-0.02	0.66
School 3	0.17	0.38	0.18	0.38	0.00	0.95
School 4	0.25	0.44	0.23	0.42	-0.02	0.65
School 5	0.22	0.44	0.21	0.41	-0.01	0.89
LWOO	0.13	0.33	0.18	0.38	0.05	0.25
VMBO TL	0.48	0.50	0.43	0.50	-0.05	0.45
VMBO BK	0.17	0.38	0.18	0.38	0.00	0.95
VMBO TL/HAVO/VWO	0.22	0.42	0.21	0.41	-0.01	0.89
Docent type	0.62	0.49	0.60	0.49	-0.03	0.66
Geslacht docent	0.61	0.49	0.61	0.49	0.00	0.95
Pretest	3.63	6.34	1.82	6.43	-1.81	0.03
N	127		136			

	Control		Media		t-test	
	Mean	s.d.	Mean	s.d.	Difference	p-value
Gender (jongens)	0.55	0.50	0.44	0.50	-0.11	0.08
Leeftijd	12.46	0.55	12.47	0.55	0.01	0.89
Etnische minderheid	0.03	0.16	0.08	0.27	0.05	0.06
Huisdier	0.72	0.45	0.64	0.48	-0.08	0.17
School 1	0.13	0.33	0.24	0.43	0.11	0.02
School 2	0.23	0.42	0.21	0.41	-0.02	0.71
School 3	0.17	0.38	0.09	0.29	-0.08	0.05
School 4	0.25	0.44	0.23	0.42	-0.02	0.70
School 5	0.22	0.42	0.23	0.42	0.01	0.83
LWOO	0.13	0.33	0.00	0.00	-0.13	0.00
VMBO TL	0.48	0.50	0.68	0.47	0.20	0.00
VMBO BK	0.17	0.38	0.09	0.29	-0.08	0.05
VMBO TL/HAVO/VWO	0.22	0.42	0.23	0.42	0.01	0.83
Docent type	0.62	0.49	0.53	0.50	-0.09	0.13
Geslacht docent	0.61	0.49	0.68	0.47	0.07	0.22
Pretest	3.63	6.34	3.40	6.70	-0.27	0.79
N	134		127			

4.5 In het onderzoek opgenomen variabelen

Tabel 3 geeft een overzicht van de gekozen variabelen. In het oorspronkelijk onderzoeksontwerp waren Cito resultaten opgenomen om als controlevariabele te dienen naast de pretest. Helaas bleek het onmogelijk van alle deelnemende scholen deze gegevens te verkrijgen. Bovendien waren er verschillende systemen bij de scholen in gebruik; de ene school hanteerde het Cito systeem, de andere scholen het Nio systeem. Uiteindelijk is deze variabele daarom weggelaten. Met de variabele klastype wordt het type VMBO bedoeld: LWOO, VMBO TL, VMBO KB en VMBO brugklas. Er waren twee typen docenten bij de variabele docenttype: 4e jaars studenten HVA in de laatste fase van hun opleiding en zojuist afgestudeerden van de HVA.

Tabel 3. In het onderzoek opgenomen variabelen.

Controle variabelen	Onafhankelijke variabelen	Afhankelijke variabelen
Pretest kennistoets	Lesbrieven	Natest kennistoets
geslacht	Lesbrief met mediafragmenten	Intrinsic Motivation Inventory
Leeftijd	Lesbrief met dieren en planten	Vervolgttest kennistoets
Wel of geen huisdier		
Etniciteit		
Klastype		
Docenttype		
Docent geslacht		

4.6 A priori poweranalyse

Om te bepalen welke steekproefgrootte nodig was, is een a-priori poweranalyse uitgevoerd aan de hand van gegevens uit de literatuur. De effect sizes in de meta analyse van Hummel and Randler (2012) lopen erg uiteen, zijn soms erg groot en moeilijk als richting gevend te hanteren. Wilde en Bätz (2009) vinden een effect size $d = .38$. Deze is als uitgangspunt voor de poweranalyse genomen. Via analyse met G-power is een minimale steekproef van 220 bij een α (alpha) van 0,05 en een β (beta) van 0.80 berekend. Het aantal leerlingen dat deelnam aan dit onderzoek was 379, hetgeen de minimale waarde van 220 ruimschoots overtreft.

Omdat er significante effecten zijn gevonden in deze studie, is een post-hoc poweranalyse niet nodig want het missen van een aanwezig effect is niet aan de orde.

4.7 Data analyse

Voorafgaand aan de data analyse is een data inspectie uitgevoerd. Er is gekeken naar missing values, uitbijters en de normaliteit van de verdelingen. De verzamelde data zijn daarna geanalyseerd en statistisch getoetst.

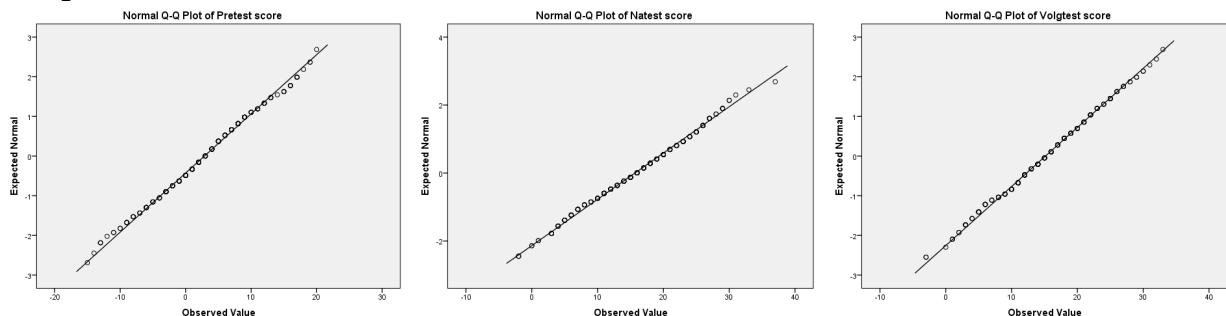
Voor de variantie analyse is gebruik gemaakt van ANOVA. Normaliteit is onderzocht met de *Kolmogorov Smirnov* toets. Er is een bivariate correlatie analyse gedaan met *Pearson's movement correlation coefficient* om te zien of er een correlatie bestaat tussen intrinsieke motivatie en de resultaten van de kennistoetsen. De *t*-Test is gebruikt om de gemiddelden van de variabelen achtergrondkenmerken, kennistoets resultaten, geslacht leerling, etniciteit leerling, wel of geen huisdier en subschalen motivatie met elkaar te vergelijken. Met lineaire regressie is onderzocht of er een verband bestaat tussen het aanbieden van multimedia respectievelijk levende dieren en planten bij de lesbrief en de leerprestaties van de leerlingen op de lange termijn. Daarna zijn in een tweede regressie bekende achtergrondkenmerken toegevoegd: leeftijd, geslacht, etniciteit, huisdier, schooltype, klastype, docenttype, docentgeslacht. Tenslotte is in een derde regressie de pretest kennistoets als variabele toegevoegd. Interactie effecten zijn eveneens onderzocht met lineaire regressie.

Om te controleren of de aangepaste *Intrinsic Motivation Inventory* een betrouwbare test was is Factor analyse toegepast. Daarna is de validiteit van de motivatietest vastgesteld met Cronbachs α test.

4.8 Test op normaliteit testcores

Om te controleren of de verdeling van de toetsscores (kennistesten) pretest, natest en vervolgtest een normale verdeling volgt, is de *Kolmogorov-Smirnov* test gebruikt. Volgens deze test is de pretest score, $D(278) = 0,06$, $p < .05$ niet normaal verdeeld en de zijn natest $D(278) = 0.05$, $p > .05$ en vervolgtest $D(278) = 0.45$, $p > .05$ wel normaal verdeeld. De *Shapiro-Wilk* test vindt een normale verdeling voor alle drie de testcores: pretest $D(278) = 0,99$, $p > .05$, natest $D(278) = 0.99$, $p > .05$ en vervolgtest $D(278) = 0.99$, $p > .05$. Omdat de *Shapiro-Wilk* test meer power heeft wordt er van uit gegaan dat de verdeling voor alle testen normaal is. De Q-Q plots (fig 4.) laten zien dat de gevonden waarden (rondjes) dicht bij de verwachte waarden (lijn) blijven. Dat bevestigt dat er in alle drie de gevallen sprake is van een normale verdeling.

Fig 4. Normaliteit van de testcores.



T testen worden als robuust beschouwd tegen gematigde overtredingen van de normaliteit aanname, onder voorwaarde dat de steekproef >40 is en dat de groepsgrootten ongeveer hetzelfde zijn. Aan deze voorwaarden is voldaan.

4.9 Lacunes, tekortkomingen en onderzoekseffecten

Tijdens het onderzoek hebben zich een aantal problemen voorgedaan. Één school werd zo enthousiast van het materiaal dat men meteen in het biologielokaal wilde investeren. Gelukkig is dit uitgesteld tot na het onderzoek. Op één school wilden collega's kijken bij de dierenles, "want het was zo leuk". Niet alle leerlingen hebben alle testen gemaakt of afgemaakt. Ontbrekende waarden zijn als *missing values* behandeld. Sommige testen werden ingeleverd zonder naam waardoor wel testresultaten bepaald konden worden, maar niet duidelijk was van welke leerlingen het resultaat afkomstig was. Hierdoor ontstond een wisselende N .

Op één school vond men het noodzakelijk de ouders te informeren over een onderzoek op de school in de biologieles. Deze informatie is mogelijk bij sommige leerlingen terecht gekomen. Van dezelfde school reageerde een enthousiaste ouder door meteen een artikel voor de krant te willen schrijven. Deze ouder wilde ook bij de lessen aanwezig zijn. Door te dreigen de school uit het onderzoek te verwijderen en toe te zeggen dat de resultaten van het onderzoek later beschreven mogen worden, is dit voorkomen. Tijdens het onderzoek ging er op sommige scholen een gerucht rond dat er dieren in de school waren gebracht. De docenten zijn er echter in geslaagd deze alleen aan de behandelgroepen te tonen. Door lesuitval rond de kerstvakantie hebben vier van de vijf docenten de vervolgtest later uitgevoerd dan oorspronkelijk gepland.

Scholen werd gevraagd om de Cito scores van de leerlingen te leveren als controlevariabele. Helaas bleken Cito en Nio scores door elkaar gebruikt te worden en één school leverde helemaal

geen testcores. Cito en Nio scores zijn daarom niet meegenomen in de analyse van de achtergrond kenmerken. Op één school waren testformulieren weggeraakt, deze bleken later door een enthousiaste collega meegenomen te zijn om eens te bekijken en kwamen gelukkig weer terecht.

5. De resultaten

Resultaten van de pretest. Wat weten de leerlingen van de diverse onderwerpen vóór de lessen?

In de pretest is er geen significant onderscheid op het gebied van kennis tussen de mediagroep en de controlegroep ($t = -.273$, $df = 239$, $p = .78$). De dier-plantgroep scoort ($M = 1.82$, $SD = 6.43$) lager dan de mediagroep ($M = 3.40$, $SD = 6.70$) maar dat is niet significant ($t = -1.87$, $df = 241$, $p = .06$). De dier-plantgroep scoort echter significant lager ($t = -2.17$, $df = 232$, $p < 0.5$) dan de controlegroep ($M = 3.63$, $SD = 6.34$). Dit komt door de LWOO klas die bij deze test zit lager scoort dan de andere klassen (zie tabel 2). In de multivariabele regressieanalyse (tabel 5) zal daarvoor gecorrigeerd worden. Dezelfde dier-plantgroep scoort in de natest ($t = 1.03$, $df = 224$, $p = .30$) en vervolgttest ($t = 3.39$, $df = 232$, $p < .001$) opvallend hoog ($M = 15.84$, $SD = 6.33$) en heeft blijkbaar het meest geleerd. Ondanks de aanvankelijke achterstand heeft de dier-plantgroep significant meer kennis verworven dan de controlegroep.

Tabel 4. Voorkennis en kennisverwerving van de controle-, media- en dier-plantgroep vergeleken (t -Test).

	Controle	Media	Dier en plant
Pretest	3.63 (6.34)	3,40 (6,70)	1.82* (6.43)
Natest	15.25 (7.44)	15.40 (7.68)	16.25 (7.10)
Vervolgttest	12.77 (6.64)	15.36** (6.72)	15.84*** (6.33)

Noot. * = $p < .05$, ** = $p < .01$, *** = $p < .001$ ten opzichte van controle. Standaarddeviaties tussen haakjes onder de gemiddelden.

5.1 Hebben de leerlingen geleerd van de lessen? Pretest en natest vergeleken.

Alle leerlingen hebben significant geleerd van het aangeboden lesmateriaal. De gemiddelde resultaten van de kennistoetsen van de pretest ($M = 3.05$, $SD = 6.62$) en de natest ($M = 15.85$, $SD = 7.26$) zijn vergeleken door middel van een *Paired Samples t-Test* met een α van .05. Gemiddeld behaalden de leerlingen in de natest 12.81 punten meer dan in de pretest, 95% *Confidence Interval of Difference* [11.88, 13.74]. Dit verschil is statistisch significant ($t = 27.14$, $df = 322$, $p < .001$).

5.2 Zijn er verschillen tussen de leerresultaten in de natest?

De resultaten van de natest van de controlegroep, mediagroep en dier-plantgroep zijn met een *Independent Samples t-Test* vergeleken. *Levene's test* was niet significant, er is sprake van gelijke varianties ($p > 0.5$). De leerlingen in de media-groep ($M = 15.40$, $SD = 7.68$) scoren iets hoger dan de leerlingen in de controlegroep ($M = 15.25$, $SD = 7.44$) maar het verschil is niet significant ($t = .15$, $df = 228$, $p = .88$). De leerlingen die dieren en planten in de klas hebben gehad, scoren het hoogst ($M = 16.25$, $SD = 7.10$) met een kleine effect size $r = .07$ ten opzichte van de controlegroep, maar de verschillen zijn niet significant ten opzichte van de mediagroep ($t = .88$, $df = 233$, $p = .38$) of de controle groep ($t = 1.03$, $df = 224$, $p = .30$), Cohen's d scores

voor *difference* tussen de mediagroep en de controlegroep en de dier-plantgroep en de controlegroep waren respectievelijk 0.02 en 0.14 hetgeen betekent dat er een klein effect zichtbaar is tussen de dier-plantgroep en de controlegroep (tabel 4). De dier-plantgroep heeft het meest geleerd.

5.3 In welke mate is de verworven kennis bekijfd? De resultaten van de vervolgttest.

Ongeveer 5 weken na de natest is bij alle groepen een vervolgttest afgenomen om te onderzoeken of er een verschil is in de hoeveelheid kennis die is blijven hangen in relatie met de verschillende *treatments* of behandelingen. De resultaten zijn met de *Independent Samples t-Test* geanalyseerd. *Levene's Test* laat zien dat er sprake is van gelijke varianties ($p > .05$). De dier-plantgroep en de mediagroep scoren in de vervolgttest beiden significant hoger dan de controlegroep. De groep leerlingen die dieren en planten in de klas en bij de lesbrief heeft gehad scoort significant hoger ($M = 15.84$, $SD = 6.33$) dan de controlegroep ($M = 12.77$, $SD = 6.64$) die alleen de lesbrief kreeg ($t = 3.39$, $df = 198$, $p < .001$). De groep die, in plaats van dieren en planten, media bij de lesbrief kreeg scoort eveneens significant hoger ($M = 15.36$, $SD = 6.72$) dan de controlegroep ($t = 2.81$, $df = 204$, $p < .01$). Er is een klein verschil tussen de dier-plantgroep en de mediagroep; de dier-plantgroep heeft op opnieuw het hoogste resultaat voor kennisverwerving maar dit verschil is niet significant ($t = .56$, $df = 227$, $p = .58$). In de nu volgende regressieanalyse wordt dat verschil verder onderzocht.

5.4 Multivariabele Lineaire Regressie.

Met lineaire regressie is onderzocht of er een verband is tussen het aanbieden van media respectievelijk levende dieren en planten bij de lesbrief en de leerprestaties van de leerlingen op de lange termijn. Daarbij is uitgegaan van de volgende hypothesen.

Voor multimedia:

H_{0m} (nul hypothese); er is geen (of een negatief) verband tussen het aanbieden van multimedia en de vervolgttest score. H_{Am} (alternatieve hypothese), er is een positief verband tussen het aanbieden van multimedia en de vervolgttest score.

Voor dieren en planten:

H_{0dp} (nul hypothese); er is geen (of een negatief) verband tussen het aanbieden van dieren en planten en de vervolgttest score. H_{Adp} (alternatieve hypothese), er is een positief verband tussen het aanbieden van dieren en planten en de vervolgttest score.

Is er onbalans in termen van de voormeting Y_0 en de achtergrondkenmerken X ? Om voor aanvangs-verschillen te corrigeren is een regressie van de nameting(vervolgttest) Y_1 op X en Y_0 gedaan. Omdat de leerlingen binnen de interventiegroepen in klassen geclusterd zijn, en om te corrigeren voor achtergrond verschillen, is een *multilevel* model toegepast:

$$Y_1 = \beta_0 + \beta_1 Media + \beta_2 Dier + \beta_3 Y_0 + \gamma \cdot X + \epsilon$$

Om te corrigeren voor achtergrond verschillen worden in *stap 2* de bekende achtergrondkenmerken van de leerlingen toegevoegd. Tenslotte wordt in *stap 3* ook de pretest score als predictor toegevoegd. In *stap 3* is een negatief effect zichtbaar bij het geslacht van de leerling. Jongens scoren -1.74 lager dan meisjes ($p < .05$).

Tabel 5. Correctie voor achtergrond kenmerken: regressie op de vervolgttest.¹⁰

	Stap1	Stap 2	Stap 3
Multimedia treatment	2.70** (0.90)	2.36* (1.15)	2.91* (1.13)
Dieren en planten treatment	3.04*** (0.91)	3.24*** (.98)	4.22*** (.99)
Geslacht (man=1)		-1.22 (0.84)	-1.74* (0.83)
Leeftijd		-0.31 (0.76)	-0.43 (0.75)
Huisdier		1.89 (1.00)	1.18 (1.01)
Etnische minderheid		-1.23 (2.85)	-0.72 (2.75)
School		0.29 (0.80)	0.04 (0.78)
Klastype		1.51 (1.83)	0.96 (1.81)
Docenttype		.97 (1.33)	0.45 (1.31)
Docentgeslacht		4.27 (2.22)	2.26 (2.29)
Pretest score			0.34*** (0.07)
N	359	359	359
R-sq	0.04	0.11	0.21

Noot. * = $p < .05$, ** = $p < .01$, *** = $p < .001$. Standaarddeviaties tussen haakjes onder de gemiddelden.

De ANOVA geeft bij de regressie aan dat het model significant is ($p < .01$). Dat betekent dat het model met 99% zekerheid iets verklaard. We verwerpen daarom de H_{0m} en H_{0dp} en nemen de H_{Am} en H_{Adp} aan. Er is een positief verband tussen zowel het aanbieden van media als het aanbieden van levende dieren en planten en de leerprestaties van de leerlingen aangetoond (tabel 5). Leerlingen met dieren en planten behalen een significant hogere score voor de vervolgttest vergeleken met leerlingen van de controlegroep ($B = 4.22$, $SEB = .99$, $t = 4.24$, $p < .001$). De effect size $r = .23$, hetgeen betekent dat de dier-plantgroep het 23% van een standaard deviatie beter deed dan de controlegroep, er is sprake van een middelgroot effect (Cohen's $d = .47$). Leerlingen met media behalen eveneens een significant hogere score dan de controlegroep ($B = 2.92$, $SEB = 1.13$, $t = 2.57$, $p < .05$). Bij de mediagroep valt het effect echter lager uit en is de effect size $r = .19$. Er is sprake van een klein effect (Cohen's $d = .38$). Dieren en planten hebben het sterkste effect op de uitkomstvariabele vervolgttest. De dier-plantgroep heeft meer geleerd en onthouden dan de controlegroep en dan de mediagroep.

5.5 Kennisverwerving van meisjes en jongens vergeleken

In de pretest is de kennis over de dieren en planten bij jongens hoger dan bij de meisjes (tabel 6), zij het niet significant op een $p < .05$ niveau ($t = 1.81$, $df = 340$, $p = .07$). De meisjes blijken echter meer te leren van de lessen en scoren in de natest significant hoger dan de jongens

¹⁰ Niet alle leerlingen hebben alle toetsen gemaakt en bij 36 toetsen bleef de identiteit van de leerling onbekend. Door deze *missings* is er een klein verschil met de *t*-Test resultaten ontstaan.

($t = 2.31$, $df = 339$, $p < .05$). In de vervolgttest blijken de meisjes meer kennis te hebben behouden dan de jongens ($t = 2.08$, $df = 314$, $p < .05$).

Tabel 6. Kennisverwerving van meisjes en jongens (t -Test).

	Geslacht		<i>Difference</i>	t-test
	Meisjes	jongens		<i>p-value</i>
Pretest	2.39 (6.63)	3.67 (6.50)	1.28	0.071
Natest	16.54 (7.32)	14.71 (7.33)	-1.83	0.021
Vervolgttest	15.51 (6.58)	13.96 (6.70)	-1.55	0.038

5.6 Etniciteit en testcores

Doordat de verhouding tussen leerlingen van een etnische minderheid (5,5%) en leerlingen van Nederlandse afkomst (94,5%) extreem scheef is, kunnen uit de resultaten geen conclusies worden getrokken over de verschillen in kennisverwerving (tabel 7). Evengoed is het interessant dat de voorkennis en de kennisverwerving bij de leerlingen uit de etnische minderheid telkens hoger uit komt. De verschillen zijn echter niet significant (tabel 7).

Tabel 7. Resultaten: etniciteit en testscore (t -Test).

	Etniciteit		<i>Difference</i>	t-test
	Nederlands	Etnische minderheid		<i>p-value</i>
Pretest	2.97 (6.60)	3.11 (6.52)	0.14	0.929
Natest	15.65 (7.29)	16.37 (8.72)	0.72	0.729
Vervolgttest	14.75 (6,62)	16.93 (9.34)	2.19	0.385

5.7 Huisdier en kennisverwerving

Het wel of niet hebben van een huisdier maakt veel uit voor het kennisniveau in de pretest (tabel 8). Leerlingen die thuis een huisdier hebben, halen een aanzienlijk hogere testscore ($M = 4.15$, $SD = 6.41$) dan de controlegroep ($M = 0.53$, $SD = 6.34$). Dit verschil is significant ($t = 4.86$, $df = 214$, $p < .001$) en heeft mogelijk een effect op de natest en de vervolgttest, want zowel in de natest ($t = 2.91$, $df = 222$, $p < .01$) als in de vervolgttest ($t = 3.44$, $df = 217$, $p < .001$) halen de leerlingen met huisdieren significant betere resultaten bij de kennistest dan de groep die geen huisdier heeft.

Tabel 8. Resultaten van leerlingen die wel of geen huisdier hebben (t -Test).

	Huisdier		<i>Difference</i>	t-test
	Geen	Wel		<i>p-value</i>
Pretest	0.53 (6.34)	4.15 (6.41)	3.62	0.000
Natest	13.89 (7.27)	16.34 (7.23)	2.45	0.004
Vervolgttest	12.91 (6,44)	15.63 (6.74)	2.72	0.001

De controle variabele huisdier is van invloed op de uitkomstvariabelen en is daarmee een *moderator*. Om na te gaan of er sprake is van een interactie-effect van de controle variabele

huisdier op de onafhankelijke variabelen media en dier-plant is een regressie gedaan (tabel 9). In stap 2 zijn leerlingkenmerken toegevoegd, in stap 3 de schoolkenmerken. Het model zag er als volgt uit:

$$Y_1 = \beta_0 + \beta_1 Media + \gamma_1 Media \cdot GeenHuisdier + \beta_2 Dier + \gamma_2 Dier \cdot GeenHuisdier + \beta_3 Y_0 + \gamma \cdot X + \epsilon$$

De ANOVA geeft bij de regressie aan dat het model significant is ($p < .001$). Het wel of niet hebben van een huisdier beïnvloed de testcores van leerlingen in de mediagroep en de dier-plantgroep. Leerlingen die geen huisdier hebben en dieren en planten in de les krijgen scoren gemiddeld 1.37 hoger bij de vervolgttest dan leerlingen die wel een huisdier hebben. In de mediagroep scoren leerlingen die thuis geen huisdier hebben gemiddeld 4.95 lager. Vergelijken we deze resultaten met de resultaten in tabel 8, dan is de conclusie dat leerlingen die geen huisdier hebben het meeste leren in de lessen waar planten of dieren worden aangeboden, terwijl leerlingen die wel een huisdier hebben relatief het meeste leren in de lessen met media. De gevonden verschillen zijn alleen significant voor de mediagroep die geen huisdier had, mogelijk doordat de groep die geen huisdier heeft relatief klein was ($N = 104$) vergeleken met de groep die wel een huisdier had ($N = 202$) en het aantal *missings* groot ($N = 73$).

Tabel 9. Interactie effecten tussen huisdierbezit en de testcores van de media en dier-plantgroep.

	Stap1	Stap 2	Step 3
Multimedia treatment	3.47** (1.12)	3.78** (1.28)	3.60** (1.30)
Media * geen huisdier	-2.14 (1.96)	-2.89 (2.17)	-4.95* (2.34)
Dieren en planten treatment	2.61* (1.14)	2.60* (1.19)	2.67* (1.19)
Dierplant * geen huisdier	1.41 (1.92)	1.81 (2.02)	1.37 (2.02)
Huisdier	2.67 (1.43)	2.49 (1.49)	1.06 (1.61)
Geslacht (man=1)		-1.20 (.83)	-1.42 (.84)
Leeftijd		-.15 (.76)	-.10 (.75)
Etnische minderheid		-.24 (2.74)	-.77 (2.82)
Schooltype			-.40 (.83)
Klastype			3.75 (1.99)
Docenttype			-.22 (1.38)
Docentgeslacht			6.60** (2.36)
N	306	306	306
R-sq	.09	.11	.14

Noot. * = $p < .05$, ** = $p < .01$, *** = $p < .001$. Standaarddeviaties tussen haakjes onder de gemiddelden.

5.8 Potentiële mechanismen, de intrinsieke motivatie

Voor het motivatieonderzoek is een verkorte versie van de IMI: *Intrinsic Motivation Inventory* van Deci en Ryan (Deci and Ryan, 2010) gebruikt naar voorbeeld van Wilde en Bätz (Wilde, Bätz et al. 2009). In hun onderzoek valideerden zij een verkorte IMI bestaande uit 12 items verdeeld over 4 subschalen. De interesse en plezier subschaal wordt door Deci en Ryan beschouwd als het *meetinstrument* voor intrinsieke motivatie in een leeromgeving. De subschalen “gevoel van competentie” en “gevoel van keuzevrijheid” worden gezien als positieve voorspellers van intrinsieke motivatie en “druk en spanning” als negatieve voorspeller (Deci and Ryan, 2010).

In dit onderzoek is een verkorte IMI gebruikt van 19 items verdeeld over 6 subschalen. Deze subschalen waren: Interesse en plezier (4), gevoel van competentie (3), gevoel van inspanning en belang (3), gevoel van druk en stress (3), gevoel van keuzevrijheid en autonomie (3) en gevoel van nut voor de leerling (3). Leerlingen konden op een Likert schaal in vijf stappen van “helemaal niet waar” tot “helemaal waar” reageren op de stellingen. De formulering van de geselecteerde items is aangepast aan de leerlingen om hen in staat te stellen de vragen goed te begrijpen. Om de validiteit van de aangepaste motivatietest te bepalen is deze getoetst met Factor analyse en Cronbachs α .

Tabel 10. *Varimax Rotated Structure* van de 19 *item attitudes* ten opzichte van de Motivatietest.

Item	Loadings				
	Factor 1 ^a	Factor 2 ^b	Factor 3 ^c	Factor 4 ^d	Factor 5 ^e
1. Ik genoot heel erg van deze opdracht	0.753				
2. Deze opdracht was leuk om te doen	0.758				
3. Ik vond deze opdracht heel interessant	0.721				
4. Ik vond deze opdracht heel plezierig	0.753				
5. Ik denk dat ik best goed was in deze opdracht		0.808			
6. Ik voelde me best handig in deze opdracht		0.782			
7. Ik ben tevreden met mijn prestatie in deze opdracht	0.300	0.689			
8. Ik heb veel moeite gedaan bij de opdracht	0.522				
9. Ik heb erg mijn best gedaan bij deze opdracht	0.582	0.434			
10. Ik vond het belangrijk om deze opdracht goed te doen	0.503		0.436		
11. Ik was erg gespannen tijdens deze opdracht				0.835	
12. Ik twijfelde of ik het goed gedaan heb				0.538	0.444
13. Ik voelde me onder druk gezet tijdens de opdracht				0.800	
14. Ik kon bij deze opdracht zelf kiezen hoe ik het wilde doen		0.319			0.599
15. Ik deed deze opdracht omdat ik het wilde	0.478				0.584
16. Ik deed deze opdracht omdat het moest (omgecodeerd)	0.448				0.616
17. Ik geloof dat deze opdracht waardevol voor me is			0.749		
18. Ik geloof dat deze activiteit nuttig voor me is			0.830		
19. Ik denk dat dit een belangrijke opdracht is			0.833		
Percentage van Variantie:					
	19.92%	13.3%	12.6%	9.24%	8.05%

Noot. a = “interesse en plezier”; b = “gevoel van competentie”; c = “nut en belang”; d = “druk en stress”; e = “keuzevrijheid”.

5.9 Factor analyse

Om de onderliggende structuur van de motivatietest te onderzoeken, zijn data over 288 leerlingen onderworpen aan *Principal Axis Factoring* met *Varimax Rotation*. Voorafgaand daaraan is de normaliteit van de variabelen onderzocht. Studie van de data gaf aan dat niet elke variabele perfect normaal verdeeld was. Vanwege de robuuste aard van Factor analyse zijn deze deviaties als niet problematisch beschouwd. Bovendien is een lineaire relatie onder de variabelen gevonden.

Bartlett's *Test of Sphericity* geeft aan dat de data acceptabel zijn voor Factor analyse ($p < .001$). De *Kaiser-Meyer-Olkin Measure of Sampling Adequacy* geeft de mate van variantie aan die door de factoren verklaard kan worden, waarden onder .5 zijn onacceptabel. De huidige *KMO waarde* is .857 hetgeen suggereert dat er een sterke relatie is met de andere variabelen. Het is daarom niet nodig variabelen uit de analyse te verwijderen.

Bij de 19 motivatietest items zijn vijf onderliggende factoren geïdentificeerd (met *Eigenvalues* boven 1). In totaal zijn deze vijf factoren verantwoordelijk voor 63% van de variantie in de motivatietest (zie tabel 10). Deze vijf factoren zijn: Interesse en plezier, gevoel van competentie, gevoel van nut en belang, gevoel van druk en stress en gevoel van keuzevrijheid. De verdeling van de items over de factoren komt goed overeen met de oorspronkelijke indeling van de items over de IMI.

5.10 Cronbachs α

Cronbachs *alpha* voor deze 19 item tellende Motivatie schaal was .838 (zie bijlage 1, Item analyse van de SPSS output). Dit betekent dat items goed op elkaar aansluiten en er sprake is van interne consistentie. Nadere beschouwing van de motivatietest *Item Total Statistics* laat zien dat *alpha* zou toenemen naar .851 wanneer item 13 zou worden verwijderd (tabel 10). Dit item stelt: "Ik voelde me onder druk gezet tijdens de opdracht". Deze stelling scoort laag in alle groepen en is waarschijnlijk minder relevant. Omdat het verschil echter klein is, is besloten dit item te handhaven. Eindconclusie is dat de aangepaste IMI een betrouwbare vragenlijst is.

Ook voor de subschalen van de IMI is Cronbachs α bepaald (tabel 11). De indicatoren interesse en plezier, gevoel van competentie, nut voor de leerling tonen een hoge interne consistentie. de indicatoren druk en stress en keuzevrijheid en autonomie blijven in de betrouwbaarheidsschaal een beetje achter.

Tabel 11. Cronbachs α voor de subschalen.

Meet instrument	Aantal items	N	Cronbach's α
Interesse en plezier	4	346	0.902
Gevoel van competentie	3	344	0.786
Inspanning en belang	3	340	0.577
Druk en stress	3	345	0.639
Keuzevrijheid en autonomie	3	344	0.569
Nut voor de leerling	3	345	0.807
Alle items	19	320	0.838

5.11 Resultaten motivatie

De *Independent t-Test* laat een aantal significante verschillen zien tussen de groepen. De dier-plantgroep scoort bij de deelgebieden van intrinsieke motivatie “gevoel van interesse en plezier”, “gevoel van inspanning en belang”, “gevoel van keuzevrijheid en autonomie” en “ervaren nut voor de leerling” significant hoger ($p < .001$) dan de controlegroep. Opvallend is dat de mediagroep bij geen van de zes deelgebieden significant hoger scoort dan bij de controlegroep! (tabel 12b).

Tabel 12a. Resultaten intrinsieke motivatie (t-Tests).

	Control		Dier/Plant		Difference	t-test <i>p</i> -value
	Mean	s.d.	Mean	s.d.		
Interesse en plezier	3.31	0.86	4.14	0.63	0.83	0.000
Gevoel van Competentie	3.48	0.76	3.61	0.66	0.13	0.177
Inspanning en belang	3.07	0.66	3.45	0.74	0.38	0.000
Druk en stress	1.76	0.75	1.80	0.64	0.04	0.648
Keuzevrijheid en autonomie	2.64	0.86	3.10	0.86	0.46	0.000
Nut voor de leerling	2.98	0.88	3.43	0.82	0.45	0.000
<i>N</i>	113		110			

Tabel 12b.

	Control		Media		Difference	t-test <i>p</i> -value
	Mean	s.d.	Mean	s.d.		
Interesse en plezier	3.31	0.86	3.36	0.82	0.05	0.653
Gevoel van Competentie	3.48	0.76	3.34	0.81	-0.14	0.189
Inspanning en belang	3.07	0.66	3.19	0.71	0.12	0.205
Druk en stress	1.76	0.75	1.72	0.62	-0.03	0.724
Keuzevrijheid en autonomie	2.64	0.86	2.52	0.76	-0.13	0.247
Nut voor de leerling	2.98	0.88	3.09	0.83	0.11	0.346
<i>N</i>	113		109			

Vergelijken we de dier-plantgroep met de mediagroep dan vinden we een significant verschil ($p < .01$) bij vijf van de deelgebieden van intrinsieke motivatie: “gevoel van interesse en plezier”, “gevoel van competentie”, “gevoel van inspanning en belang”, “gevoel van keuzevrijheid en autonomie” en “ervaren nut voor de leerling”. Leerlingen in de dier-plantgroep zijn significant hoger gemotiveerd dan de leerlingen uit de mediagroep én uit de controlegroep. Leerlingen uit de mediagroep onderscheiden zich daarentegen niet van leerlingen uit de controlegroep.

Tabel 12c.

	Media		Dier/Plant		Difference	t-test <i>p</i> -value
	Mean	s.d.	Mean	s.d.		
Interesse en plezier	3.36	0.82	4.14	0.63	0.78	0.000
Gevoel van Competentie	3.34	0.81	3.61	0.66	0.27	0.008
Inspanning en belang	3.19	0.71	3.45	0.74	0.26	0.008
Druk en stress	1.72	0.62	1.80	0.64	0.76	0.375
Keuzevrijheid en autonomie	2.52	0.76	3.10	0.86	0.59	0.000
Nut voor de leerling	3.09	0.83	3.43	0.82	0.34	0.004
<i>N</i>	109		110			

Om vast te stellen of er sprake is van correlaties tussen de intrinsieke motivatie variabelen en de leerprestaties is *Pearson's movement correlation coefficient* bepaald. De bivariate correlaties waren als volgt. Interesse en plezier ($r = .231$, $p < .001$), gevoel van competentie ($r = .187$, $p < .001$) en gevoel van keuzevrijheid en autonomie ($r = .157$, $p < .01$) correleerden positief met

de leerprestatie. In de vervolgttest zijn vergelijkbare correlaties gevonden: Interesse en plezier ($r = .217, p < .001$), gevoel van competentie ($r = .211, p < .001$) en gevoel van keuzevrijheid en autonomie ($r = .142, p < .05$) correleerden opnieuw positief met leerprestatie. Deze resultaten onderstrepen het positieve effect van intrinsieke motivatie op de leerprestaties: leerlingen met een hogere intrinsieke motivatie scoren significant hoger voor kennisverwerving.

6. Conclusies en discussie

In dit onderzoek zijn klassen die les kregen met dieren en planten vergeleken met klassen die media bij de les kregen en een controlegroep van klassen die alleen lesbrieven kregen. Een dergelijk onderzoek met drie verschillende behandelingen of *treatments* is alleen eerder gedaan door Hummel en Randler met muizen, slakken en pissenbedden (Hummel and Randler 2012). Onderzoek naar de effecten van dieren of planten in de klas op leerprestaties en motivatie is gedaan met studenten in Japan, *junior high school* leerlingen in Taiwan, met Gymnasium leerlingen en één maal bij een *Realschule* (soort VMBO/HAVO) in Duitsland en op basisscholen. Het is de eerste keer dat een kwantitatief onderzoek naar de effecten van levende lesmaterialen in de klas op kennisverwerving en intrinsieke motivatie in Nederland is uitgevoerd en het is ook voor het eerst dat dit gebeurt bij VMBO leerlingen.

Uit de pretest komt naar voren dat de controlegroep en mediagroep vergelijkbaar zijn op het gebied van voorkennis, maar dat de leerlingen die zijn ingedeeld bij de dier-plantgroep minder presteren bij de pretest. Het verschil is het gevolg van de lagere score van de LWOO groep van school 1 in de dier-plantgroep. Dit negatieve verschil is in de natest en de vervolgttest verdwenen. De leerlingen van de in de pretest lager scorende dier-plantgroep scoren het hoogst van alle groepen in de natest en de vervolgttest. In de natest is het verschil tussen de dier-plantgroep en de controlegroep nog niet significant maar in de vervolgttest scoort de dier-plantgroep significant hoger.

Uit de resultaten van de natest komt naar voren dat alle groepen significant geleerd hebben van het lesmateriaal. Gemiddeld behaalden de leerlingen in de natest 12.81 punten meer dan in de pretest. De testcores van controlegroep, mediagroep en dier-plantgroep liggen dicht bij elkaar. De conclusie is dat het lesmateriaal bij alle groepen effectief is geweest en dat er veel geleerd is door alle groepen. De mediagroep scoorde in de natest iets hoger dan de controlegroep en de dier-plantgroep scoorde weer iets hoger dan de mediagroep. De dier-plantgroep lijkt het meest te hebben geleerd maar de verschillen zijn bij de natest niet significant.

Vijf weken na de natest zijn de leerlingen opnieuw getest om te zien wat er na langere tijd van de verworven kennis is overgebleven, met andere woorden hoeveel kennis is blijven 'kleven'. Hierbij werden opmerkelijke verschillen gevonden. De dier-plantgroep en de mediagroep scoren na vijf weken beiden significant hoger dan de controlegroep. De conclusie is dat de kennis bij de mediagroep en de dier-plantgroep beter is blijven hangen dan bij de controlegroep, waar de kennis is afgenomen. Op het gebied van kennisverwerving scoren de lessen met media en de lessen met dieren en planten ongeveer even goed, waarbij de dier-plantgroep wederom iets hoger scoort. Het verschil is niet significant. Wanneer in de multivariabele regressie de achtergrond kenmerken worden meegenomen, scoort de dier-plantgroep opnieuw hoger dan de mediagroep. Bekijken we de effect-grootte dan zien we bij de dier-plant interventie een middelgroot effect en

bij de media interventie een klein effect. De interventie met dieren en planten heeft het sterkste effect op de uitkomstvariabele vervolgttest.

Lessen met dieren en planten scoren significant hoger in vijf deelgebieden van intrinsieke motivatie in vergelijking met lessen met media of lessen zonder extra materialen. De leerlingen beleven significant meer plezier en interesse in de lessen met dieren en planten, hebben een hoger gevoel van competentie, beleven de les als belangrijker, hebben het gevoel minder inspanning te hoeven leveren, ervaren een groter gevoel van keuzevrijheid en autonomie en ervaren de les als zinvoller voor zichzelf dan de leerlingen uit de mediagroep en de controlegroep. Er is tevens een positieve correlatie tussen intrinsieke motivatie en kennisverwerving aangetoond. Dat betekent dat een hogere intrinsieke motivatie een betere leerprestatie tot gevolg heeft.

Uit eerder onderzoek is gebleken dat lessen met media goed werken als het gaat om lineaire, hiërarchische kennisoverdracht (Schröder, Mallon et al. 2009). In een fysiek contextrijke, ervaringsgerichte leeromgeving gebeurt echter veel meer dan kennisoverdracht en leveren lessen met echte, levende materialen op langere termijn het beste resultaat. Uit het literatuuronderzoek blijkt dat de relatie tussen de leerlingen onderling en met hun leraar door gebruik van levende dieren significant verbetert (Bätz, Damerau et al. 2011). Levende dieren en planten in de leeromgeving dragen positief bij op emotioneel en sociaal gebied en stimuleren zelfsturing, actief en constructief leren (Meyer, Balster et al. 2011). Daarnaast hebben planten een positief effect op het leefklimaat in de klas (Duijn 2011).

Leerlingen die thuis een huisdier hebben, scoren in de pretest significant hoger dan leerlingen zonder huisdieren. Blijkbaar maakt het hebben van een huisdier veel uit voor het voorkennis niveau. Ook in de natest en vervolgttest presteren leerlingen die thuis een huisdier hebben significant beter. Er blijkt sprake van een interessant interactie-effect. Leerlingen die geen huisdier hebben leren het meest bij de interventie met dieren en planten, terwijl leerlingen die wel een huisdier hebben meer leren bij de lessen met media. Mogelijk speelt de bekendheid met dwerghamsters bij de leerlingen met huisdier hierbij een rol.

6.1 Aanbevelingen

Op basis van de resultaten van dit onderzoek, de geraadpleegde studies en gezond verstand¹¹ lijkt het zinvol om tijdens de biologie lessen een rijke *fysieke* context aan te bieden waarin ruimte is voor ervarend, experimenterend, zelfsturend, actief en constructief leren waarbij de verschillende leerstijlen en kwaliteiten van de leerlingen goed tot hun recht komen. Het investeren in een vaklokaal dat is ingericht met materialen die aan het vak gerelateerd zijn en dat als het ware een “biosfeer” heeft, is geen overbodige luxe. Wie is er niet gevoelig voor de ambiance van een restaurant of een gezellige huiskamer?

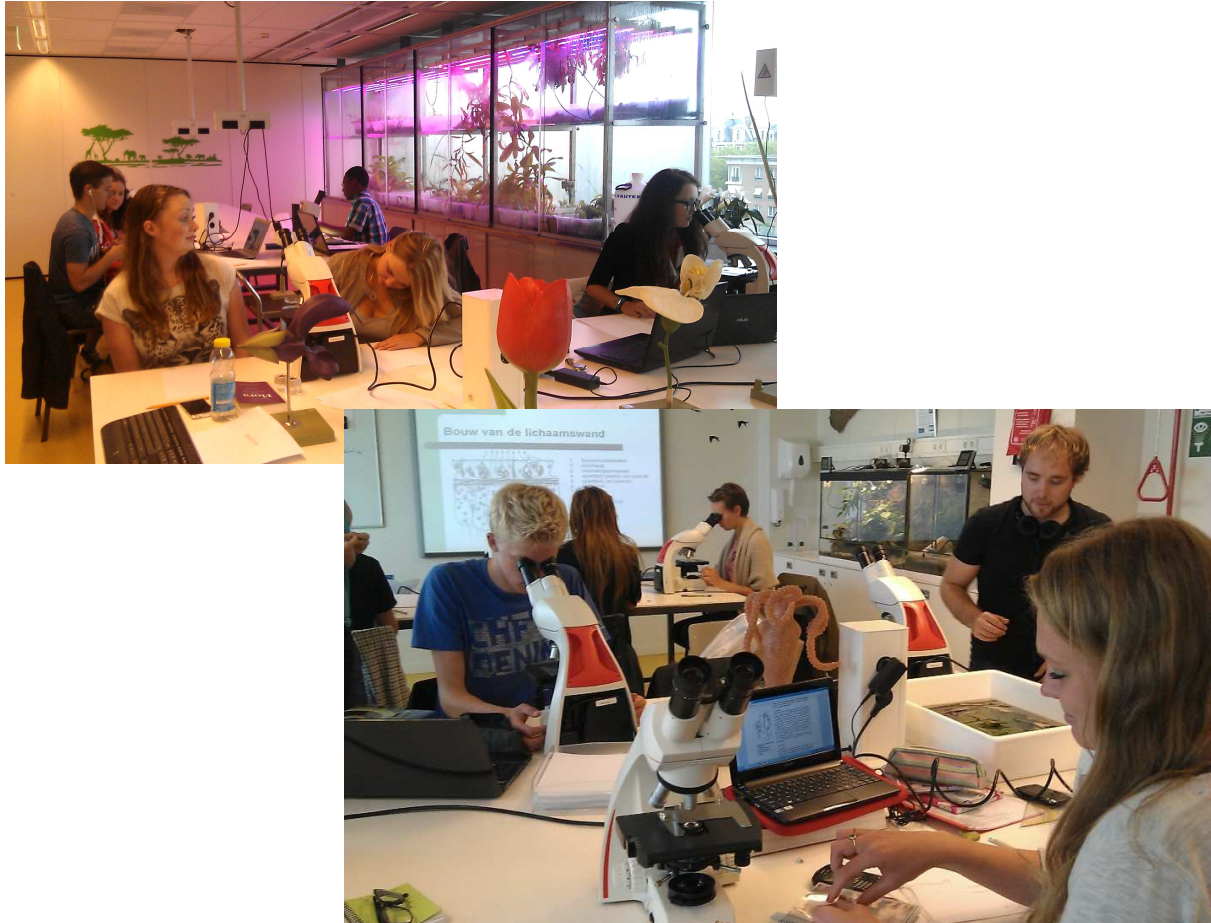
Leerlingen die levende materialen krijgen aangeboden verwerven de meeste kennis en tonen meer interesse, hebben meer plezier en een groter gevoel van competentie en belang.

Dit onderzoek laat zien dat al met enkele eenvoudige en goedkope middelen van een klaslokaal een vaklokaal, en van een les een biologies les gemaakt kan worden waarin leerlingen gemotiveerd

¹¹ “Given that the subject matter of science is the material world, it seems natural, and rather obvious, that learning science should involve seeing, handling and manipulating real objects and materials”. Millar, R. (2004). “The role of practical work in the teaching and learning of science.”

tot betere leerprestaties komen. Voorbeelden van dergelijke leermiddelen zijn: een vitrine voor het raam als raamkas voor planten, een aquarium, een hamster- of knaagdierkooi, een terrarium, een vitrine met modellen en materialen, microscopen en eenvoudige laboratorium voorzieningen. Afwisseling tussen echte objecten en materialen en multimedia, smart board en iPad maken van een leslokaal een optimale leeromgeving voor *Blended Learning* (Garrison and Kanuka 2004).

Fig 5. Voorbeelden van een “biosfeer”.



Literatuur

Allen, P. J., & Bennett, K. (2012). PASW Statistics by SPSS: A Practical Guide: Version 20.0. South Melbourne, Australia: Cengage Learning.

Almekinders, R., S. Bosmans, et al. (2009). "Kennisbasis Biologie, Natuurkunde, Scheikunde, Techniek, Wiskunde, lerarenopleiding voortgezet onderwijs." HBO-raad, Vereniging van Hogescholen.

Babaian, C. and P. Twigg (2011). "The Power of Plants: Introducing Ethnobotany & Biophilia into Your Biology Class." *The American Biology Teacher* 73(4): 217-221.

Bätz, K., K. Damerau, et al. (2011). "Tierpflege als Beziehungspflege!?" *Berichte aus Institutionen der Didaktik der Biologie (IDB)* 18: 43-52.

Boersma, K. T. Kamp, et al. (2010). "Naar actueel, relevant en samenhangend biologieonderwijs." Utrecht CVBO.

Coffield, F., D. Moseley, et al. (2004). "Should we be using learning styles?: What research has to say to practice."

Daly, J., M. Burchett, et al. (2010). "Plants in the classroom can improve student performance."

Deci E., and R. Ryan (2010). Intrinsic motivation inventory. Retrieved from http://www.psych.rochester.edu/SDT/measures/IMI_description.php

Dillon, J. (2010). "Beyond barriers to learning outside the classroom in natural environments". Kings College London. Available online at www.theoutdoorsnation.files.wordpress.com/2010/lotc-barriers-analysis-final.pdf

Duijn, B. v., et al (2011). "Rapport Project Plant in de Klas. Projectnummer: 13908, TNO, Fytageoras, Air So Pure."

Examens, C. v. (2013). "Syllabus biologie vmbo centraal examen 2013."

Field, A. (2011). *Discovering statistics using IBM SPSS statistics*. Third edition. Sage.

Garrison, D. R. and H. Kanuka (2004). "Blended learning: Uncovering its transformative potential in higher education." *The internet and higher education* 7(2): 95-105.

Hamstra, D. and J. Van den Ende (2006). *De vmbo-leerling. Onderwijspedagogische-en ontwikkelingspsychologische theorieën*, Amersfoort: CPS.

Han, K. T. (2009). "Influence of limitedly visible leafy indoor plants on the psychology, behavior, and health of students at a junior high school in Taiwan." *Environment and Behavior* 41(5): 658-692.

Hertog, J. d. and P. Krijnen (2011). "Kennisbasis biologie master." HBO-raad, Vereniging van Hogescholen.

Hummel, E. and C. Randler (2012). "Living Animals in the Classroom: A Meta-Analysis on Learning Outcome and a Treatment–Control Study Focusing on Knowledge and Motivation." *Journal of Science Education and Technology* 21(1): 95-105.

Kolb, A. Y. and D. A. Kolb (2005). "Learning Styles and Learning Spaces: Enhancing Experiential Learning in Higher Education." *Academy of Management Learning & Education* 4(2): 193-212.

Lensink, P. (2009). "Fysieke leeromgevingen in het VMBO: onderzoek naar de inrichting van fysieke leeromgevingen met ICT, geschikt voor leerlingen en docenten in de bovenbouw van het VMBO."

Meyer, A., S. Balster, et al. (2011). "Der Einfluss von lebenden Tieren als Unterrichtsmittel auf die Lernerwahrnehmung der konstruktivistischen Orientierung ihres Biologieunterrichts."

Millar, R. (2004). "The role of practical work in the teaching and learning of science." *High school science laboratories: Role and vision.*

Randler, C., E. Hummel, et al. (2012). "Practical work at school reduces disgust and fear of unpopular animals." *Society and Animals* 20(1): 61-74.

Rickinson, M., J. Dillon, et al. (2004). "A review of research on outdoor learning." Preston Montford, Shropshire: Field Studies Council.

Schröder, K., C. Mallon, et al. (2009). "Videoanalyse zum Einfluss lebender Tiere auf das Schülerverhalten, Lernzuwachs und Motivation im Biologieunterricht." *Erkenntnisweg Biologiedidaktik* 8: 55-68.

Shibata, S. and N. Suzuki (2002). "Effects of the foliage plant on task performance and mood." *Journal of environmental psychology* 22(3): 265-272.

Swammerdam, J. (1737). "Biblia Naturae." Leyden.

Sweller, J. (1994). "Cognitive load theory, learning difficulty, and instructional design." *Learning and instruction* 4(4): 295-312.

Sweller, J. (2010). "Element interactivity and intrinsic, extraneous, and germane cognitive load." *Educational Psychology Review* 22(2): 123-138.

Neut van der, I., C. Teurlings, et al. (2005). "Inspelen op leergedrag van vmbo-leerlingen." IVA uitgever.

Wal, J. v. d., Mooij, I. de, Wilde, J. de (2006). "Identiteitsontwikkeling en leerlingbegeleiding, uitg. Coutinho."

Wientjes, H. and H. Tuithof (2005). "Zij gaan naar school als gaan ze emigreren. Het nieuwe leren besproken op het IVLOS."

Wilde, M. and K. Bätz (2009). "Sind die süüüß." Der Einfluss des unterrichtlichen Einsatzes lebender Zwergmäuse auf Wissenserwerb, Motivation und Haltungswunsch.-IDB Münster 17: 19-30.

Wilde, M., K. Bätz, et al. (2009). "Überprüfung einer Kurzsкала intrinsischer Motivation (KIM)." Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften 15.

Wilde, M., J. S. Hußmann, et al. (2012). "Lessons with Living Harvest Mice: An empirical study of their effects on intrinsic motivation and knowledge acquisition." International Journal of Science Education 34(18): 2797-2810.

Bijlagen

Bijlage 1. Cronbachs α .

Item analyse van de SPSS output.

Scale Statistics		<u>N</u>	<u>Mean</u>	<u>Variance</u>	<u>Std. Deviation</u>
		19	57.65	92.35	9.61
Item-Total Statistics	Scale Mean if Item Deleted	Scale Variance if Item Deleted	Corrected Item Total Correlation	Squared Multiple Correlation	Cronbach's Alpha if Item Deleted
Item 1	54.13	80.143	,662	,685	,819
Item 2	53.82	80.312	,653	,705	,820
Item 3	54.02	79.687	,663	,585	,819
Item 4	54.20	78.903	,670	,666	,818
Item 5	54.16	85.609	,356	,487	,833
Item 6	54.30	83.988	,463	,522	,829
Item 7	54.04	82.875	,522	,451	,826
Item 8	54.95	86.276	,250	,154	,839
Item 9	53.91	82.588	,533	,435	,826
Item 10	54.33	81.033	,606	,442	,822
Item 11	56.03	89.652	,122	,357	,843
Item 12	55.47	90.792	,031	,209	,848
Item 13	56.14	93.551	-,118	,361	,851
Item 14	54.48	86.681	,208	,102	,842
Item 15	55.00	79.865	,507	,430	,826
Item 16	55.17	80.672	,445	,394	,830
Item 17	54.85	82.213	,472	,401	,828
Item 18	54.31	81.367	,556	,575	,824
Item 19	54.35	82.862	,461	,483	,829
Reliability Statistics		<u>Cronbach's Alpha</u>		Standardized Items Alpha	
		.838		.836	



Hogeschool van Amsterdam



Maastricht University *Leading in Learning!*



Aan mevr. xxxxxxxxxxxxxx,
RSG Enkhuizen,

Beste collega, geacht schoolbestuur.

Hartelijk dank aan u en uw school voor uw deelname aan het onderzoek:
'Effecten van dieren en planten in het biologielokaal als onderdeel van de fysieke
leeromgeving voor contextrijk leren.'
Uw medewerking wordt bijzonder op prijs gesteld.

Dit onderzoek wordt uitgevoerd in het kader van de MEBIT (Master Evidence Based
Innovation in Teaching), georganiseerd door TIER (Topinstituut voor Evidence Based
Research) in samenwerking met de Universiteiten van Maastricht, Amsterdam en
Groningen.

Bijzonder aan dit project is dat ervaren opleiders uit verschillende HBO instellingen in
Nederland worden begeleid door ervaren onderzoekers van verschillende instituten om
'Evidence Based' tot onderwijsvernieuwing te komen.

Het onderzoek loopt in het najaar van 2013 en voorjaar van 2014. Resultaten zullen
naar verwachting in de loop van maart-april beschikbaar komen. Het verslag in juni.
Vanzelfsprekend kunt u de resultaten van het onderzoek tegemoet zien. Als u nadere
informatie wilt kunt u contact opnemen met ondergetekende.

Met vriendelijke groet,

Gertjan Martens,
Docent biologie/ict VO/BVE,
Hogeschool van Amsterdam, Domein Onderwijs en Opvoeding,
Theo Thijssenhuis, Kamer TTH 06A09,
Wibautstraat 2-4, 1091 GM Amsterdam,
0621155376

P.S. In de startfase hebben de meewerkende collega's het memorandum en de
onderzoeksopzet ontvangen.

	Groep 1	Groep 2	Groep 3
Week 1 Start	Pretest. Neem de Quiz af.	Pretest. Neem de Quiz af.	Pretest. Neem de Quiz af. Breng na het afnemen van de quiz dieren en planten in de klas.
Week 2			Verzorg, leerlingen helpen mee. Hamsters dagelijks voer en water Kikkers wekelijks wat krekels en water verschonen, nog niet pakken. Vleesetende plant niet aanraken. Wel op lichte standplaats.
Week 3			Verzorg, leerlingen helpen mee.
Week 4	1^e les Interventie Les met werkbladen. Lees de informatie en maak de opdrachten. Docent bespreekt na.	1^e les Interventie Les met werkbladen en video Bekijk de video en maak de opdrachten. Docent bespreekt na.	1^e les Interventie Les met werkbladen en dieren en planten. Observeer en ervaar en maak de opdrachten. Docent bespreekt na.
	2^e les Natest. Motivatietest Neem kennis-en motivatietest af aan begin van de les	2^e les Natest. Motivatietest Neem kennis-en motivatietest af aan begin van de les	2^e Natest. Motivatietest Neem kennis-en motivatietest af aan begin van de les
Week 5			Verzorg, leerlingen helpen mee.
Week 6			Verzorg, leerlingen helpen mee.
Wk 7-8	Kerstvakantie		Verzorg, leerlingen helpen mee.
Week 9	Vervolgtest. Neem de vervolgtest af aan begin van de les.	Vervolgtest. Neem de vervolgtest af aan begin van de les.	Vervolgtest. Neem de vervolgtest af aan begin van de les.

Reuzen, dwergen en vleesetende monsters

Naam: _____

Klas: _____

Hoezo Russisch?

De Russische dwerghamster komt helemaal niet uit Rusland maar uit de woestijn, steppen en gebergten van Kazachstan, een buurland van Rusland. Het is een gebied met warme zomers maar ook zeer koude winters (-20°C).



Winterrust

Hamsters houden geen winterslaap maar wel een winterrust, wat betekent dat ze veel slapen waarbij hun hartslag omlaag gaat.

Tussendoor worden ze steeds wakker om even naar buiten te gaan en wat te eten. In de winter krijgen ze een bijna witte wintervacht.

Waar komen dwerghamsters vandaan?

Om de extreme koude winters te overleven hebben ze dikke ronde lichaampjes met uitstekende isolatie van vet en bont.

Russische dwerghamsters zijn de enige hamsters die in sociale groepen leven. Lekker warmpjes bij elkaar helpt overleven in de koude winter.



Wat denk je, is de hamster warm of koudbloedig?

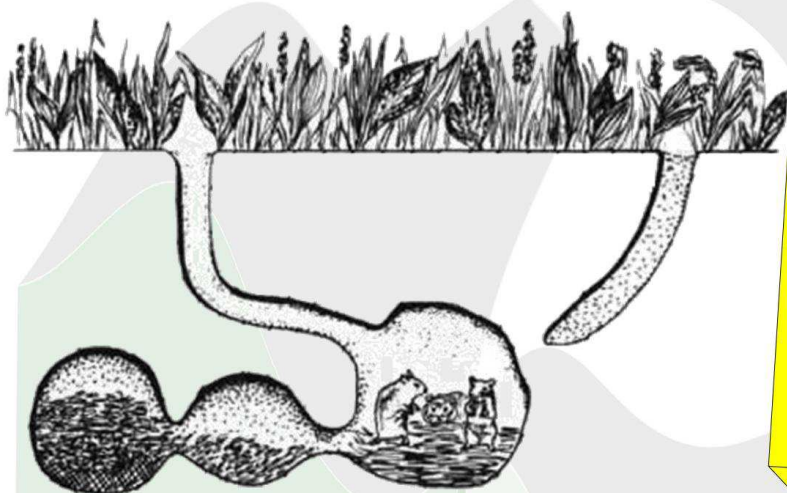
Waarom is dat handig? Leg uit?

Holbewoner

De Russische dwerghamster graaft een gangenstelsel met een slaapkamer bekleed met mos en wol, een voedselvoorraadkamer en een toiletkamer.



Kijk ik klim met mijn nagels!



Er zijn zes ingangen. De slaapkamer ligt op ongeveer een meter diep.

In de natuur leven de hamsters een groot deel van de dag onder de grond. In de avond worden ze actief en in de ochtend gaan ze weer slapen.

Overdag worden ze ook wakker: Ze hebben een ritme van 4 uur slapen, eten en drinken en dan weer slapen.

In bad

Dwerghamsters poetsen hun vacht. Verder vinden ze het fijn om eens in de paar dagen een zandbad te nemen. Zand heeft een schurende en reinigende werking en dat houdt de vacht mooi schoon. Een bakje water is minder goed voor ze, daarin kunnen ze verdrinken!

Vijanden

De grootste vijand van de hamster is de wezel, die lust wel een hamstertje en kan ze tot in het hol volgen omdat hijzelf ook klein is.



Wezel

Hoe maakt een hamster zich schoon?

Dwerghamsters zijn zoogdieren. Ze krijgen gemiddeld 7 jongen die ze een tijdje zogen met melk. De mannetjes helpen mee bij het verzorgen van de jongen.

In de natuur worden de meeste nog geen jaar oud, maar als huisdier kunnen ze wel 2,5 jaar leven.



Hoeveel jongen krijgt een hamster?

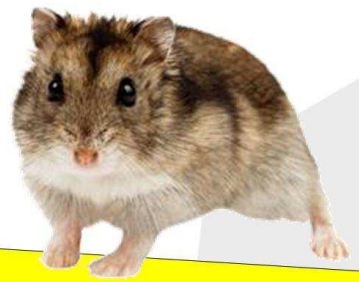
Verdwalen

Om de weg terug te vinden laten dwerghamsters overal waar ze lopen druppeltjes urine vallen. Ze maken een urinepad. Zo kunnen zijzelf en anderen ruiken waar ze geweest zijn, waar het pad is en welke route veilig is. Daarnaast kunnen hamsters ook goed routes onthouden als een landkaart in hun hoofd. Handig als je klein bent!



Hoe eten hamsters eigenlijk?

Hoe oud kan een hamster worden?



Voedsel

Russische dwerghamsters zijn alleseters. Behalve zaden, vruchten en planten eten ze ook graag insecten en andere kleine diertjes. Geef ze maar eens een honden of kattenbrokje!

Hamsters pakken het eten met hun bek.

Ze verzamelen het eten eerst in de wangzak en pakken het daarna in de pootjes om te knagen en op te eten. Ze knagen en kauwen hun eten goed!

In Nederland komt ook een hamster voor. We noemen hem de korenwolf, omdat hij enorm veel koren eet!



Reuzen, dwergen en vleesetende monsters

Kikker uit Australië

De reuzenboomkikker komt uit het regenwoud van Australië en Nieuw Guinea. Daar is het 28°C overdag en 20°C 's nachts. Hij leeft in bomen aan de rand van het bos.
Het is een echt **nachtdier**.



Bij mensen wonen ze ook in:



De huidskleur hangt af van de omstandigheden. Vaak is de kleur groen, maar afhankelijk van de temperatuur en de vochtigheid kunnen ze ook verkleuren naar lichtbruin of bruin. Donkerbruin of zwart betekent dat ze bang of ziek zijn.

Naam:

Klas:

De reuzenboomkikker komt uit:

Wonen bij mensen

Overdag slapen reuzenboomkikkers tussen droge blaadjes op de grond of op een koele plaats achter een boomstronk of tak. Soms slapen ze in het water met alleen hun ogen en neus boven water.
Meestal leven de boomkikkers aan de randen van bossen in de buurt van water. Waar mensen zijn wonen ze ook in brievenbussen, onder toiletbrillen en in badkamers. Eigenlijk overal waar het koel is. Vooral het toilet is populair, daar is ook water!

Wat denk je? Voelt deze tropische kikker warm of koud aan? Leg uit.



Het regenwoud in Australië kent een regentijd en een droge tijd. Als het erg droog wordt graaft de reuzenboomkikker zich in de grond in, scheidt een cocon van slijm af en wacht daarin tot de droogte voorbij is. De reuzenboomkikker houdt dan een **droogteslaap**!



Kikkers hebben een dunne naakte huid die altijd vochtig is. Daarmee kunnen ze direct zuurstof uit de lucht opnemen. Ze ademen dus met de huid.

Daarnaast hebben ze kleine longen, maar geen ribbenkast om te ademen zoals jij. Daarom slikken ze met de keel steeds beetje lucht in naar de longen.

Kijk maar eens goed naar de kikker!

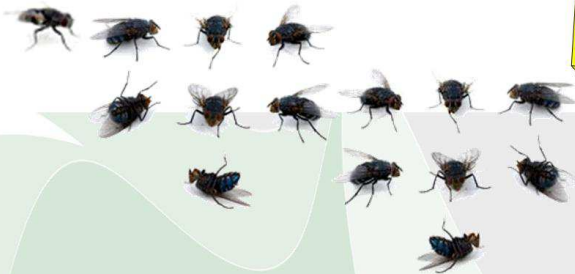
Boomkikkers hebben een plakkerige buik en verbrede zuignapjes aan hun vingers om te klimmen op gladde bladeren. Tussen hun tenen hebben ze zwemvliezen om mee te zwemmen. Wist je dat sommige boomkikkers die gebruiken als parachute om uit de boom omlaag te springen?



Hoe ademt een boomkikker? _____

Schrijf op hoe een boomkikker klimt in het regenwoud:

Omdat de kikkerhuid zo dun en vochtig is, scheidt de huid antibiotica af, anders zouden de kikkers worden opgegeten door bacteriën, virussen en schimmels. Deze antibiotica kan de mens gebruiken voor geneesmiddelen, bijvoorbeeld tegen HIV.



Omdat een kikker een dunne huid heeft moet hij elke dag in bad om water te tanken. Hij drinkt niet, maar neemt water op via de huid.

Door regelmatig te vervellen krijgt hij een nieuwe schone huid.

Eetgedrag.

Zodra het donker wordt wachten boomkikkers op een goede plek stilletjes of er iets langskomt en happen dan plotseling toe.

Ze vangen het eten met hun tong. Als de prooi groot is duwen ze hem daarna verder naar binnen met hun handjes.

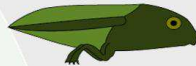
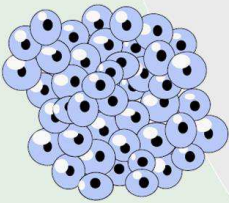
Boomkikkers kunnen niet kauwen. Ze slikken alles in zijn geheel in!

Boomkikkers eten heel veel ongedierte!



In welk opzicht is een kikker nuttig voor de mens?

Omdat de reuzenboomkikker graag op een vaste plek woont en stilzittend jaagt, kun je hem goed als huisdier houden. Hij is met weinig ruimte tevreden. Er zijn echter kikkers die graag springen of heel druk zijn, die zijn minder geschikt.



Boomkikkers leggen in februari eieren in het water. De mannetjes lokken vrouwtjes door te kwaken: een schor, blaffend crawk crawk geluid! Tijdens de paring klimt het mannetje op de rug van het vrouwtje. Ze leggen wel 2000 eieren! De kikkervisjes groeien in zes weken uit tot kikkertjes. Eerst krijgen ze achterpootjes, dan voorpootjes. Daarna klimmen ze het water uit en de boom in als nieuwe mini boomkikker!



Omdat kikkers eerst in water leven en later op land noemen we ze **amfibieën**.

Boomkikkers worden gegeten door slangen, vogels en hagedissen. Ook waterkevers lusten graag een kikkertje of kikkerlarve. Daarom worden er zoveel geboren! Als huisdier worden ze wel 25-30 jaar, maar in de natuur wordt maar een enkeling 15 jaar.

Hoe oud kan een boomkikker worden? _____

Is de reuzenboomkikker geschikt als huisdier? Leg uit!

Naam: _____

Klas: _____

Reuzen, dwergen en vleesetende monsters

Waarom eten planten 'vlees'?

Als jij eet, dan haal je energie en bouwstoffen uit je voedsel. Energie heb je nodig om te bewegen en te groeien. Bouwstoffen zijn nodig voor de opbouw van je lichaam.

Vleesetende planten zijn planten die dieren vangen om aan bouwstoffen te komen. Dit is een venus vliegenvaal. De venus vliegenvaal komt uit moerasgebieden in Noord Amerika.



Gewone planten halen hun energie uit zonlicht via het bladgroen. Daarom zijn alle planten groen. Bouwstoffen halen ze uit de bodem met hun wortels.

Vleesetende of carnivore planten

Vleesetende planten groeien op plaatsen waar bijna geen bouwstoffen in de bodem zitten. Door insecten te vangen krijgen ze toch bouwstoffen binnen en kunnen ze daardoor wél groeien.

Er zijn meer dan 600 soorten vleesetende planten. Geen enkele is gevaarlijk voor de mens. Daarvoor zijn ze veel te klein. Ze zijn bovendien niet giftig en kunnen niet bijten.



Waarom vangt een vleesetende plant dieren?

Is dit een roofdier? Leg uit: _____

Test, wat heb je geleerd over de dwergen, reuzen en vleeseters?

Kruis aan, er zijn soms meerdere antwoorden mogelijk!



Komen er hamsters in Nederland in het wild voor?

- ☐ Ja, deze soort heet: de eikelmuis
- ☐ Nee er zijn geen wilde hamsters in Nederland
- ☐ Ja, deze soort heet: de korenwolf
- ☐ Ja, we noemen deze soort: de zevenslaper

Hoeveel in- en uitgangen heeft het ondergrondse hol van de Russische dwerghamster in de natuur?

- ☐ Meestal 2
- ☐ Meestal 4
- ☐ Meestal 6
- ☐ Meestal 8

Russische dwerghamsters leven in Kazachstan in een woestijnachtig berggebied. Het is er 's winters heel koud en zomers heet. Houdt hij een winterslaap?

- ☐ De dwerghamster houdt geen winterslaap, wel een winterrust
- ☐ De dwerghamster houdt wel een winterslaap
- ☐ De dwerghamster brengt veel tijd in zijn hol door
- ☐ De dwerghamster maakt een voedselvoorraad voor de winter

Naam:

Klas:

Hoe oud wordt een dwerghamster als huisdier?

- ☐ 2,5 jaar
- ☐ 5 jaar
- ☐ 10 jaar
- ☐ 30 jaar

Op welke manier eet een hamster?

- ☐ Hij pakt het eten eerst met zijn handjes, dan in de bek
- ☐ Hij pakt het eten eerst met de bek en dan met de handjes
- ☐ Hij verzamelt eten in de wang
- ☐ Een hamster slikt het eten zonder kauwen in één keer door

Wat eet een dwerghamster allemaal voor voedsel?

- ☐ Sla, groenten en vruchten
- ☐ Zaden, nootjes en gedroogde vruchten
- ☐ Insecten
- ☐ Kleine zoogdieren

Uit hoeveel jongen bestaat een nestje dwerghamsters meestal?

- ☐ 5
- ☐ 6
- ☐ 7
- ☐ 8

Hoe verzorgt een hamster zijn vacht en huid?

- ☐ Hij neemt graag een zandbad
- ☐ Hij wast zich in een plasje water
- ☐ Hij likt zich met tong en voorpootjes schoon
- ☐ Hij wast zich met dauwdruppels

Waarmee richten dwerghamsters hun hol in?

- ☐ In de zomer met bloemen
- ☐ In de winter met hooi
- ☐ In de zomer met mos
- ☐ In de winter met wol



Test, wat weet jij van...?



Welk roofdier is de belangrijkste vijand van de dwerghamster?

- De wezel
- De wolf
- De beer
- De vos

Hoe vindt de dwerghamster de weg in zijn natuurlijke woongebied?

- De hamster laat telkens druppeltjes urine vallen en maakt een urinepad
- De hamster heeft een goed geheugen en onthoudt de weg in zijn hoofd
- Hamsters verdwalen vaak omdat ze een beperkt geheugen hebben
- De hamster laat een spoor van steentjes achter

Welk dier is makkelijk op je hand te houden omdat het rustig is en er niet snel afvalt?

- Konijn
- Boomkikker
- Kat
- Hamster

Hoe oud denk je dat een reuzenboomkikker kan worden?

- 2,5 jaar
- 5 jaar
- 10 jaar
- 30 jaar

Reuzenboomkikkers komen ook bij mensen in huis en zitten dan op de gekste plaatsen. Waar kunnen ze allemaal zitten?

- In het keukenkastje
- Achter de computer
- In het toilet
- Tussen de lakens

Hoe verplaatsen boomkikkers zich door het bos?

- Ze springen van tak tot tak met hun lange poten
- Ze klimmen met hun verbrede plakvingers en plakbuik
- Ze klimmen met behulp van hun grijpstaart
- Ze houden zich vast met hun nagels

De reuzenboomkikker komt voor in de regenwouden van Australië. Houdt deze boomkikker een winterslaap?

- De reuzenboomkikker overwintert in een diep hol in de grond
- De reuzenboomkikker maakt een voedselvoorraad voor de winter
- De reuzenboomkikker houdt geen winterslaap
- De reuzenboomkikker houdt wel een droogteslaap

Hoe eet een boomkikker zijn voedsel?

- Een boomkikker likt het eten naar binnen met de tong
- Een boomkikker kan niet kauwen en slikt het in één keer door
- Een boomkikker pakt het eten eerst met de bek en dan met zijn handjes
- Een boomkikker pakt het eten eerst met zijn handjes, en kauwt er dan op

Hoe voelt een Australische reuzenboomkikker aan denk je?

- Warm, want in de tropen is het warm
- Koel, want hij is altijd een beetje vochtig
- Hard, want hij heeft een dikke huid
- Een beetje kleverig want hij plakt



Test, wat weet jij van...?



Hoe houdt een boomkikker zijn huid in goede conditie?

- Kikkers likken zichzelf schoon
- Kikkers maken elkaar schoon
- Een kikker neemt elke dag een bad
- Kikkers vervellen een paar keer per maand

Reuzenboomkikkers kwaken om vrouwtjes naar zich toe te lokken. Hoe klinkt dat?

- Een hard ratelend geluid
- Een zacht piepend geluid
- Een schor, blaffend geluid
- Een hard loeiend geluid

Kikkers en zoogdieren zijn allebei gewervelde dieren. Hoe ademt een kikker eigenlijk?

- Een kikker ademt met de huid
- Een kikker ademt met longen
- Een kikker ademt met de keel
- Een kikker ademt met de borstkast en ribben



Op welke manieren 'eten' Vleesetende planten?

- Insecten blijven plakken aan een soort lijm op het blad
- De bladeren klappen dicht als er een insect tussen zit
- De bloemen klappen dicht als er een insect tussen zit
- De insecten vallen in een vangbeker

Waarom vangen sommige planten insecten?

- Om bouwstoffen te verzamelen die in de bodem ontbreken
- Omdat hij onvoldoende energie uit het zonlicht kan halen
- Het zijn kwaadaardige planten
- Insecten bevatten veel energie voor de groei

Welk van de beweringen over vleesetende planten is/zijn waar?

- Ze halen bouwstoffen uit insecten als er weinig voedsel in de bodem zit
- Ze groeien op plaatsen met veel bouwstoffen in de bodem
- Ze halen veel energie uit hun gevangen prooidieren
- Ze groeien op plaatsen met weinig bouwstoffen in de bodem

Welk water is goed voor vleesetende planten?

- Spa rood
- Regenwater
- Kraanwater
- Rioolwater



Test, wat weet jij van...?



Teken in dit vakje hoe het leefgebied van de Reuzenboomkikker er volgens jou uitziet. Teken alles wat hij nodig heeft...

Zijn vleesetende planten gevaarlijk voor kinderen of mensen? Waarom wel of niet? Leg je antwoord uit.

Hoe lang leven dieren in de natuur, vergeleken met dieren die als huisdier leven? Leg je antwoord kort uit.

Test, wat heb je onthouden over hamsters, kikkers en vleeseters?



Naam:

Klas:

Vraag 1. Uit wat voor soort leefgebied komen de Russische dwerghamsters? Wat voor klimaat hebben ze daar?

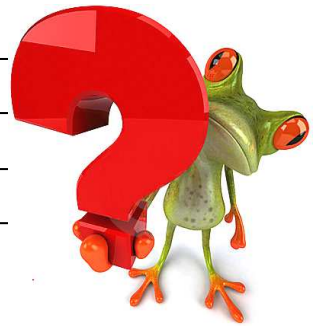
Vraag 2. Wat voor nest maakt de dwerghamster? Beschrijf het zo volledig mogelijk.

Vraag 3. Als je dwerghamsters moet verzorgen, wat voor voedsel geef je dan allemaal?

Vraag 4. Wat vind je van dwerghamsters? En zijn het geschikte huisdieren? Leg uit waarom. Hoe oud worden ze?

Vraag 5. Boomkikkers wonen in de natuur, maar ook bij mensen: geef van allebei zoveel mogelijk voorbeelden waar ze kunnen zitten:

Vraag 6. Een reuzenboomkikker is een wild dier uit de tropen, kun je hem wel of niet op je hand houden? Leg uit waarom je dat denkt.



Vraag 7. Hoe zou een boomkikker op je hand aanvoelen denk je?

Vraag 8. Hoe ademt een boomkikker? Wat zie je bewegen als hij ademt?

Vraag 9. Wat voor voedsel eet een reuzenboomkikker? Hoe vangt hij dat?

Vraag 10. Beschrijf hoe boomkikkers zich voortplanten.

Vraag 11. Waarom eten vleesetende planten 'vlees'?

Vraag 12. Noem drie manieren waarop vleesetende planten dieren vangen:

Jouw mening telt! Wat vond je van de vorige les? Enquête!



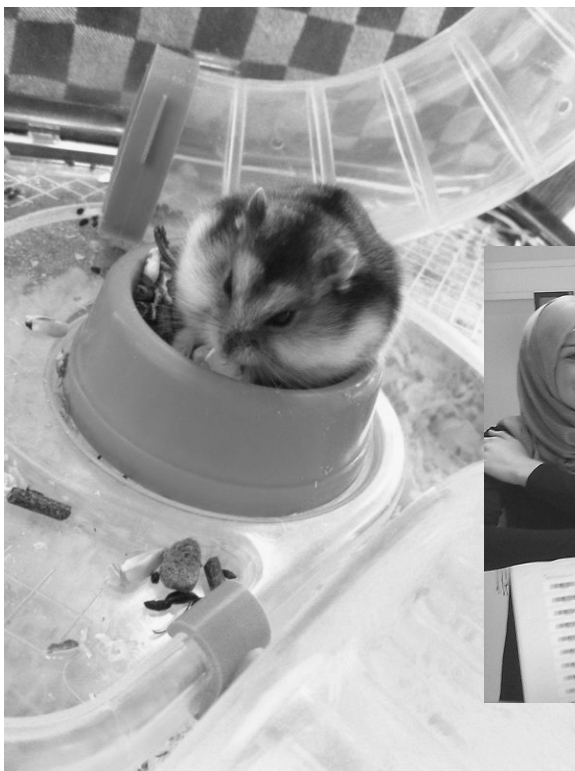
Naam: _____ Klas: _____

Kruis het beste vakje aan	helemaal niet waar	niet waar	beetje waar	waar	helemaal waar
Ik genoot heel erg van deze opdracht.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Deze opdracht was leuk om te doen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ik vond deze opdracht heel interessant.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ik vond deze opdracht heel plezierig.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ik denk dat ik best goed was in deze opdracht.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ik voelde me best handig in deze opdracht.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ik ben tevreden met mijn prestatie in deze opdracht.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ik heb veel moeite gedaan bij de opdracht.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ik heb erg mijn best gedaan bij deze opdracht.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ik vond het belangrijk om deze opdracht goed te doen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ik was erg gespannen tijdens deze opdracht.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ik twijfelde of ik het goed gedaan heb.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ik voelde me onder druk gezet tijdens de opdracht. (R)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ik kon bij deze opdracht zelf kiezen hoe ik het wilde doen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ik deed deze opdracht omdat ik het wilde.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ik deed deze opdracht omdat het moest.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ik geloof dat deze opdracht waardevol voor me is.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ik geloof dat deze activiteit nuttig voor me is.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ik denk dat dit een belangrijke opdracht is.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>



Ik denk dat deze activiteit doen belangrijk was omdat:

Wat vind je het belangrijkste wat je van deze les geleerd hebt?



1. Voedingsgedrag observeren
2. Boomkikker ervaren en kenmerken observeren
3. Dwerghamster
4. Knuffelen
5. Hamster ervaren en kenmerken observeren
6. Carnivore plant voeren en observeren

Materiaalkosten:	aantal	prijs	totaal
aquaria	5	compleet á 35 €	175 €
5 hamsterkooien	5	compleet á 50 €	250 €
5 reuzenboomkikkers	5	á 25 €	125 €
dwerghamsters	10	5,- á 7,50 €	50 €
Spannende planten assortiment	5		100 €
Plantenbak	5	á 10 €	50 €
Voer voor 1 maand			
krekel	2 x 5	2,50 €	25 €
Hamstervoer			20 €
Totaal materiaalkosten			795 €
Dat is per school			160 €

Uiteindelijk zijn er 10 boomkikkers en 10 dwerghamsters aangeschaft om eventuele problemen door uitval te voorkomen. De totale kosten zijn uitgekomen op € 798,36

Bijlage 12. Deelnemende scholen.

De scholen en docenten die hun medewerking aan dit onderzoek verleenden waren:

Huygenscollege, Bergmolen 13, 1703 NX, Heerhugowaard,

Docent de heer Rick Bierman.

Pieter Zandt Scholengemeenschap, Vlechttuinen 6, 8322 BA, Urk,

Docent de heer Peter Morren.

RSG Enkhuizen, Boendersveld 3, 1602 DK Enkhuizen,

Docente mevrouw Natasja Kristel

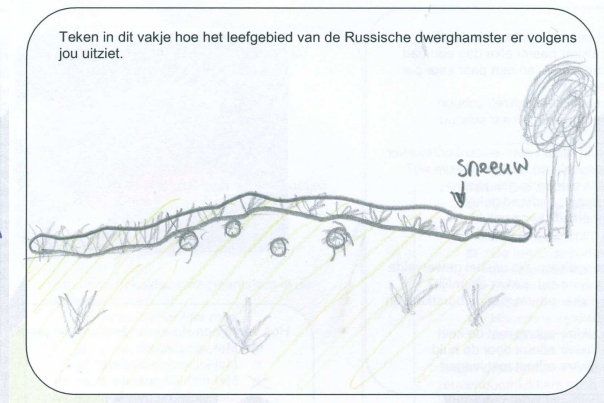
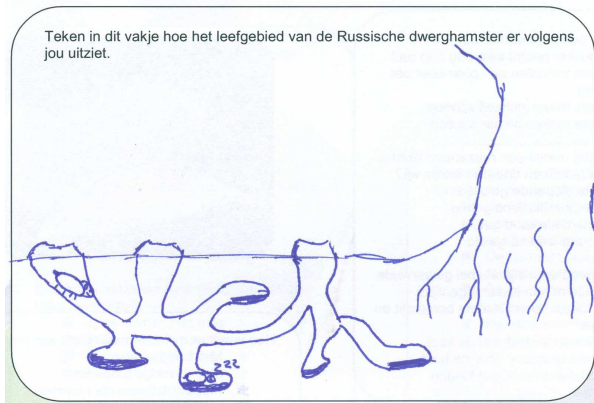
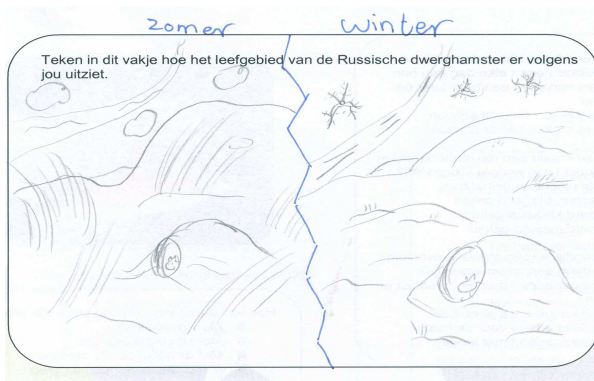
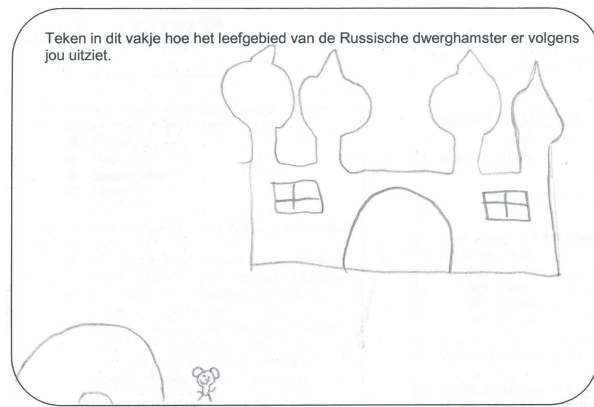
Teylingen college Leeuwenhorst, IJsselstraat 1, 2211 XT, Noordwijkerhout,

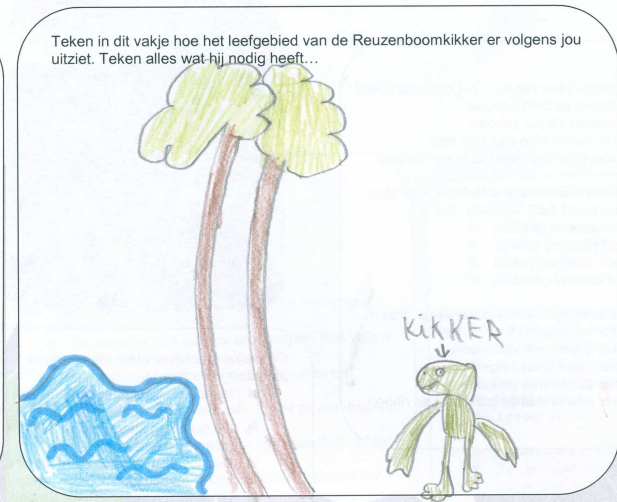
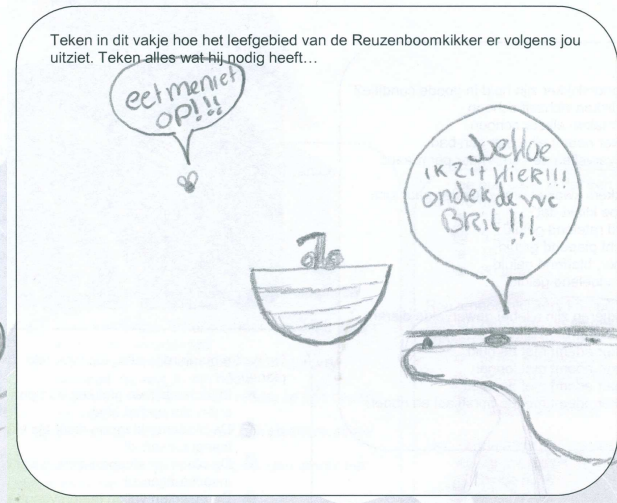
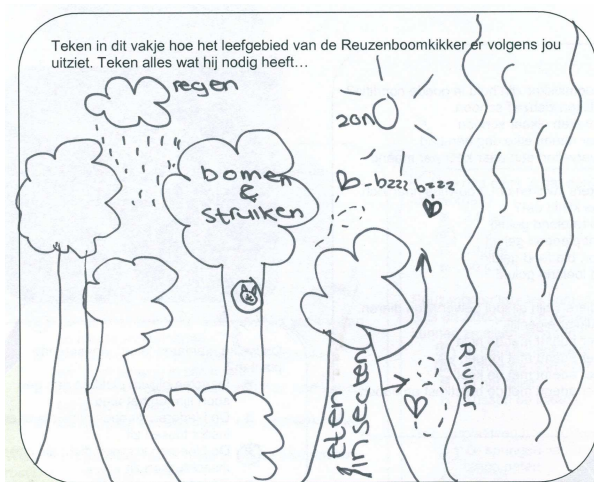
Docent de heer Jasper Out.

Trinitas college, vestiging Johannes Bosco, Hectorlaan 7, 1702 CL, Heerhugowaard,

Docente mevrouw Annemiek Noorman.

Bijlage 13. Een impressie van enkele tekeningen en geestige antwoorden van leerlingen.





Vraag: Waarom eten vleesetende planten vlees? **Antwoord:** "Omdat het zelf planten zijn en geen planten eten en je hoort aan de naam dat ze ook vlees nodig hebben".

Vraag: Hoe planten boomkikkers zich voort? **Antwoord:** "Vieze vraag".

Vraag: Kun je boomkikkers op je hand houden? **Antwoord:** "Nee dan krijg je wratten" en "Niet want dan blijft ie plakken en krijg je hem niet van je af".

Vraag: Zijn dwerghamsters geschikte huisdieren? **Antwoord:** "Ik vind dwerghamsters wel leuk, maar voor mij zijn het geen geschikte huisdieren, want mamma zecht, alles wat kleiner is dan een kat is ongedierte en gaat mamma op staan".