



UNIVERSITY OF TWENTE.

Herontwerp PO ‘Duurzaam’

Een vernieuwde 4 havo context-concept praktische opdracht over
duurzaamheid qua inhoud en activerende didactiek

Ruben A. Bonnema

Onderzoek van Onderwijs (10 EC) – Master Thesis

Juli 2018

Beoordelingscommissie:

Dr. T.C. Visser

E. Velthof- van der Aa

Scheikunde

Science, Education &

Communication

Faculty of Behavioural,

Management and Social Sciences

University of Twente

'Sustainability is here to stay or we may not be'
– Niall FitzGerald

1. Samenvatting

Voor het vak Onderzoek van Onderwijs heb ik onderzoek gedaan naar het verbeteren van een vakoverstijgende praktische opdracht over duurzaamheid op mijn stageschool de R.K.S. St Canisius. Voor het verbeteren hiervan is een literatuuronderzoek en een praktijkonderzoek, waarbij de initiële praktische opdracht is geëvalueerd, gedaan. Bij het literatuuronderzoek is gekeken naar de kenmerken van een context-concept benadering, de diepgang voor het onderwerp duurzaamheid op basis van de havo syllabus en activerende didactiek voor zowel docenten, als leerlingen. Vervolgens is een praktijkonderzoek gedaan bij de betrokken docenten en leerlingen die in 2017 de praktische opdracht hebben uitgevoerd. waarbij de initiële praktische opdracht geëvalueerd is met behulp van een vragenlijst. Aan de hand van deze twee onderzoeken is een herontwerp gemaakt met als doel de praktische opdracht te verbeteren op de vlakken diepgang en activerende didactiek. Dit herontwerp is geïmplementeerd op 10 juni '18 en naderhand geëvalueerd, wat gezien kan worden als een vervolg op het praktijkonderzoek.

Uit de evaluatie bleek dat het herontwerp onder andere beter scoorde op de vlakken diepgang en activerende didactiek. Het resultaat van dit onderzoek is een qua inhoud en activerende didactiek vernieuwde 4 havo context-concept praktische opdracht over duurzaamheid.

Ik wil graag mijn stageschool St. Canisius bedanken voor het mogelijk maken van dit onderzoek. Daarnaast wil ik mijn vakcoach, Eline Velthof-van der Aa, en mijn vakdidacticus, Talitha Visser, bedanken voor het begeleiden van dit onderzoek.

Ruben A. Bonnema

Inhoudsopgave

1. Samenvatting	3
2. Inleiding.....	6
3. Theoretische inbedding en specifieke onderzoeksvragen	8
4. Theoretisch kader	9
4.1 Context-concept benadering.....	9
4.2 Diepgang	11
4.2.1 Subdomein A14: Redeneren in termen van duurzaamheid	11
4.2.2 Subdomein E2: Duurzaamheid.....	12
4.2.3 Subdomein F2: Procestechnologie en duurzaamheid.....	12
4.2.4 Subdomein F3: Energieomzetting	12
4.2.5 Subdomein G3: Duurzame chemische technologie.....	12
4.2.6 Subdomein G4: Groene chemie.....	12
4.3 Activerende didactiek.....	12
4.3.1 Coöperatief leren	12
4.3.2 Didactische werkvormen	13
4.3.3 De rol van de docent.....	14
5. Methode.....	15
6. Resultaten praktijkonderzoek	18
6.1 Resultaten leerlingen	18
6.2 Resultaten docenten.....	21
6.3 Conclusies resultaten praktijk.....	23
7. Herontwerp praktische opdracht.....	24
7.1 Verantwoording aanpassingen herontwerp	25
7.2 Samenvatting verantwoording.....	28
7.2.1 Diepgang	28
7.2.2 Activerende didactiek leerlingen.....	28
7.2.3 Activerende didactiek docenten	28
7.2.4 Resultaten enquête leerlingen.....	28
7.2.5 Resultaten enquête docenten	28
7.3 Aanpassingen herontwerp	29
8. Evaluatie herontwerp.....	31
8.1 Resultaten leerlingen	31
8.2 Resultaten docenten.....	34
8.3 Conclusies evaluatie herontwerp.....	36
9. Conclusie.....	38
9.1 Literatuur	38

9.2	Praktijk	38
9.3	Herontwerp en evaluatie.....	38
9.4	Onderzoeksvraag	38
10.	Discussie & Aanbevelingen	40
11.	Referenties.....	41
12.	Bijlagen	42
12.1	Evaluatie initiële ontwerp leerlingen ‘Duurzaam’.....	42
12.2	Resultaten evaluatie initiële ontwerp leerlingen ‘Duurzaam’	46
12.3	Evaluatie initiële ontwerp docenten ‘Duurzaam’	56
12.4	Resultaten evaluatie intitiële ontwerp docenten ‘Duurzaam’	59
12.5	Initiële ontwerp ‘PO Duurzaam’	67
12.6	Herontwerp ‘PO Duurzaam’.....	79
12.7	Evaluatie herontwerp leerlingen ‘Duurzaam’.....	90
12.8	Resultaten evaluatie herontwerp leerlingen ‘Duurzaam’	94
12.9	Evaluatie herontwerp docenten ‘Duurzaam’	108
12.10	Resultaten evaluatie herontwerp docenten ‘Duurzaam’	113

2. Inleiding

In 2017 is op het St. Canisius te Almelo een vakoverstijgende praktische opdracht ontwikkeld voor de vakken biologie en scheikunde. Deze praktische opdracht werd uitgevoerd door groepjes leerlingen in de 4 havo-klassen en had als onderwerp duurzaamheid. Het product van de praktische opdracht was een biovergister, waarbij methaan kon worden geproduceerd uit verschillende soorten gft-afval. De verschillende hoeveelheden methaangas die daarbij vrij kwamen, werden vervolgens vergeleken. Zo konden de leerlingen bepalen welk gft-afval het meest geschikt was om methaan te produceren. De praktische opdracht was geschreven vanuit een context-concept benadering. Aan de hand van de context over biomassa kregen de leerlingen meer te weten over verschillende concepten van duurzaamheid.

Achteraf bleek de praktische opdracht bij de betrokken docenten niet geheel te bevallen. Ten eerste zagen de docenten te weinig diepgang in de praktische opdracht. De praktische opdracht voldeed namelijk niet aan alle onderwerpen die behandeld dienden te worden. Het onderwerp duurzaamheid is onderdeel van de scheikunde syllabus voor havo leerlingen en dient dus opgenomen te zijn in het schoolexamen. Zo worden de onderwerpen 'duurzaamheid', 'procestechnologie en duurzaamheid', 'duurzame chemische technologie' en 'groene chemie' specifiek benoemd voor het schoolexamen. Het onderwerp duurzaamheid is behoorlijk actueel, wat ook meespeelt in de urgentie van deze praktische opdracht. We leven in een maatschappij waarin fossiele brandstoffen opraken en we steeds meer genooddaakt zijn over te stappen op duurzame energie. Deze generatie 4 havo leerlingen zal de komende jaren alleen maar meer in contact komen met duurzaamheid, waardoor het belangrijk is hen in een vroeg stadium over duurzaamheid te onderwijzen. Leerlingen dienen dus op niveau kennis te hebben van het onderwerp duurzaamheid.

Ten tweede vonden de docenten de praktische opdracht te weinig activerend voor de leerlingen. Docenten zagen dat de leerlingen de praktische opdracht als saai beschouwden en dat leerlingen niet uitgedaagd werden om met de praktische opdracht aan de slag te gaan. Op didactisch gebied zijn nog veel verbeteringen voor de praktische opdracht mogelijk. Zo zouden de leerlingen meer gemotiveerd moeten worden om deze praktische opdracht uit te voeren. De motivatie en uitdaging is bij de huidige praktische opdracht onvoldoende.

Aan de hand van de twee bovenstaande punten is door de betrokken docenten besloten dat de praktische opdracht herschreven dient te worden. In het herontwerp moeten de onderwerpen van het schoolexamen gedekt worden en moeten de leerlingen meer geactiveerd worden voor en door de praktische opdracht. De benadering van de praktische opdracht zal niet veranderd worden. Het uitgangspunt blijft dat de praktische opdracht voldoet aan een context concept benadering.

Mijn persoonlijke motivatie voor dit onderzoek komt voort uit mijn bacheloropdracht scheikundige technologie. Hierin heb ik een onderzoek gedaan naar de omzetting van CO₂ naar methanol binnen de duurzame technologie vakgroep. Ik vind duurzaamheid een onwijs interessant onderwerp waar ik graag mee aan de slag ben. Duurzaamheid speelt een steeds belangrijker rol in de huidige maatschappij. Het opraken van de fossiele brandstoffen zorgt ervoor dat de maatschappij moet innoveren om te blijven bestaan. Duurzaamheid speelt hierbij een grote rol. Het is dan ook belangrijk dat jongeren (in dit geval leerlingen) in een vroeg stadium hoogte krijgen van het onderwerp duurzaamheid en de bijbehorende toepassingen [1]. Ik wil dan ook door het herschrijven van deze praktische opdracht dat leerlingen zowel op intellectueel vlak qua inhoud, als op activerend vlak door activerende didactiek getriggerd worden.

Het doel van dit onderzoek is als volgt: Het verbeteren van de praktische opdracht over duurzaamheid op de vlakken diepgang en activerende didactiek. Het resultaat van de praktische opdracht dient te zijn dat havo 4-leerlingen op schoolexamenniveau kennis hebben genomen van de verschillende onderdelen die bij het onderwerp duurzaamheid en de toepassingen daarvan horen. Daarnaast hebben de leerlingen de praktische opdracht op een actieve manier uitgevoerd.

De hoofdvraag van dit onderzoek is:

Welke kenmerken heeft een goede 4-havo context-concept praktische opdracht over duurzaamheid qua inhoud en activerende didactiek?

Een praktische opdracht is in dit onderzoek goed, zodra leerlingen door de praktische opdracht de verschillende concepten van duurzaamheid beheersen op het niveau van de syllabus. Daarnaast is de praktische opdracht in dit onderzoek goed, zodra de leerlingen door middel van activerende didactiek gemotiveerd en uitgedaagd zijn om de praktische opdracht voltooien.

3. Theoretische inbedding en specifieke onderzoeksvragen

Aan de hand van de onderzoeksvraag zijn meerdere deelvragen opgesteld:

1. Wat zijn de kenmerken van een context-concept benadering?
2. Wat dient de inhoud van een praktische opdracht over duurzaamheid te zijn voor een havo 4-leerling op basis van de syllabus scheikunde 2018?
3. Aan welke voorwaarden voldoet activerende didactiek?
4. Wat vonden docenten de verbeterpunten/minpunten bij de huidige praktische opdracht omtrent duurzaamheid op het gebied van diepgang?
5. Wat vonden docenten de pluspunten over de huidige praktische opdracht omtrent duurzaamheid op het gebied van diepgang?
6. Wat vonden havo 5-leerlingen de verbeterpunten/minpunten over de huidige praktische opdracht omtrent duurzaamheid.
 - 6.1 Op het gebied van activerend lesgeven?
 - 6.2 Op het gebied van uitdaging?
 - 6.3 Op het gebied van afwisseling tussen de verschillende onderdelen van de praktische opdracht?
7. Wat vonden havo 5-leerlingen de pluspunten over de huidige praktische opdracht omtrent duurzaamheid.
 - 7.1 Op het gebied van activerend lesgeven?
 - 7.2 Op het gebied van uitdaging?
 - 7.3 Op het gebied van afwisseling tussen de verschillende onderdelen van de praktische opdracht?

Er zijn meerdere begrippen gerelateerd aan de hoofdvraag van dit onderzoek. Vooral de begrippen 'context-concept benadering', 'diepgang' en 'activerende didactiek' zijn belangrijk voor het herontwerpen van de praktische opdracht.

Het eerste begrip concept-context benadering heeft te maken met de opbouw van een praktische opdracht. Uit onderzoek van de Biologische Raad [2] en de Commissie Vernieuwing Scheikunde Havo en Vwo [3] is naar voren gekomen dat er op het domein van Natuur en Techniek problemen zijn in de begrijpbaarheid voor de leerling. Een concept-context benadering kan een bijdrage leveren aan een oplossing hiervoor. Dit is nader toegelicht in paragraaf 4.1.

Als in dit onderzoek wordt gesproken over diepgang, wordt daarmee de inhoud en het niveau van de stof bedoeld. Specifiek dient de inhoud van de praktische opdracht op niveau te zijn voor een havo 4-leerling, waarbij alle onderdelen van de syllabus gedekt worden. Dat niveau is met behulp van de syllabus toegelicht in paragraaf 4.2.

Het laatste begrip wat een grote rol speelt in dit onderzoek is activerende didactiek. Dit heeft te maken met de didactiek voor zowel docenten, als de leerlingen. Wat maakt leerlingen enthousiast, wat motiveert ze en dus wat activeert ze om een praktische opdracht naar behoren uit te voeren. Op het gebied van didactiek moet de praktische opdracht dusdanig aangepast worden dat het voor de leerling activerend is. Daarbij is de docent een sleutelpersoon voor het activeren van leerlingen. Ook de docerende rol dient dus nader bekeken te worden. De manieren waarop activerende didactiek tot zijn recht komen, zijn verder uitgezocht met behulp van de literatuur. Dit is nader toegelicht in paragraaf 4.3.

Voor de literatuur is vooral de database van de Universiteit Twente geraadpleegd. Op die manier zijn de resultaten van vorige onderzoeken verwerkt in het huidige onderzoek. Daarnaast is voor dit onderzoek gebruik gemaakt van het boek 'Praktijkonderzoek in de school' [4]. Dit boek bevat een duidelijk leidraad voor het uitvoeren van een praktijkonderzoek binnen een school.

4. Theoretisch kader

In het theoretisch kader zijn alle kernbegrippen van dit onderzoek nader toegelicht, namelijk de context-concept benadering, de diepgang en de activerende didactiek. In paragraaf 4.1 zijn de kenmerken van een context-concept benadering uitgezocht. In paragraaf 4.2 is met behulp van de syllabus de diepgang voor het onderwerp duurzaamheid toegelicht. In paragraaf 4.3 is de activerende didactiek besproken, voor zowel de leerling als de docent.

4.1 Context-concept benadering

Vanuit het ouderwetse model werden concepten van nieuwe theorie uitgelegd zonder context. Dit had als resultaat dat leerlingen de theorie wel kennen, maar niet per se herkennen in een context. In een context-concept benadering worden concepten geïntroduceerd vanuit een context. Hierdoor hebben leerlingen gelijk een beter beeld bij het concept, maar worden leerlingen ook meer uitgedaagd om concepten uit te zoeken. De benadering vanuit meerdere perspectieven (maatschappelijk, experimenteel, beroepsgericht, etc.) spreekt namelijk een bredere groep leerlingen aan [3]. Contexten fungeren als brug tussen de werkelijkheid en de scheikundige concepten die aan het vak ten grondslag liggen. De concepten vormen daarbij het kader voor de kennisopbouw in de middelbare schoolcarrière. Denken op het niveau van concepten is een noodzakelijke voorwaarde voor het verwerven van inzicht in de scheikunde en is voor leerlingen tevens een middel om de werkelijkheid te leren hanteren.

De vernieuwde structuur vanuit een context-concept benadering voor bèta-vakken is ingevoerd na een rapport van de Commissie Vernieuwing Scheikunde in 2003 [3]. De nieuwe benadering ging uit van context-concept. Het conceptgedeelte was opgebouwd vanuit twee centrale concepten. Deze concepten fungeren als rode draad door het scheikundeonderwijs: het molecuulconcept en het micro/macro concept. De essentie van scheikunde is namelijk het leggen van verbanden tussen enerzijds de eigenschappen van stoffen en de processen in de macroscopische wereld en anderzijds de samenstelling, structuur en reactiviteit op moleculair niveau [5].

Het primaire centrale concept is het molecuulconcept. Hierbij kan gedacht worden aan atomen en ionen die behoren tot de bouwstenen van moleculen. De bijbehorende concepten bij dit centrale concept zijn bijvoorbeeld: de structuur en flexibiliteit van moleculen, het maken en breken van bindingen, het ontwerpen van moleculen en de verschillende type bindingen [5].

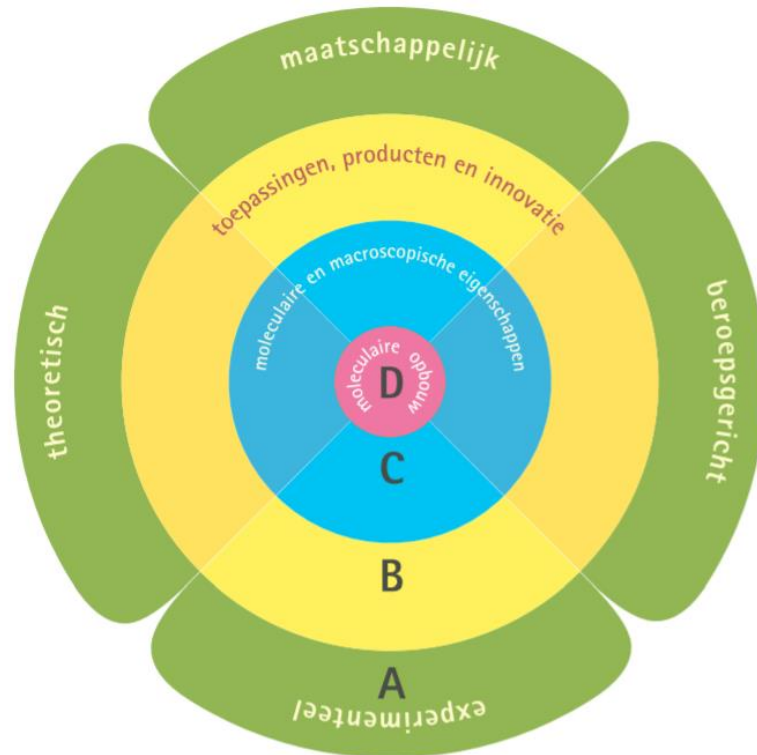
Het micro/macroconcept legt vervolgens het verband tussen moleculaire en macroscopische eigenschappen. Hierbij kan gedacht worden aan concepten als: het verband tussen de moleculaire samenstelling, structuur en eigenschappen of functies, het verband tussen sterkte van bindingen in en tussen moleculen en stabiliteit, het verband tussen structuur, reactiviteit, reactiesnelheid, katalyse en processen die daaruit voortvloeien [5].

Zoals eerder benoemd vormen de concepten de vakinhoudelijke leidraad. Aan het eind van de middelbare schoolcarrière kunnen leerlingen dan inzien dat materie is opgebouwd uit moleculen en atomen en daarbij een relatie leggen tussen de microwereld en macrowereld.

De contexten worden daarbij beschouwd als situatie of voorbeelden van de wereld om ons heen. Hierbij kan onderscheid gemaakt worden tussen vier verschillende contexten. De maatschappelijke, experimentele, theoretische en beroepsgerichte context. Het up-to-date houden en variëren van contexten zorgt voor een aansluiting bij actuele ontwikkelingen, de wetenschap en de kenniseconomie. Het perspectief van de context is van belang, aangezien deze vervolgens de gewenste rol van zowel de context, als de leerling bepaalt [3].

Het nieuwe scheikundeonderwijs is gebaseerd op een wisselwerking tussen de bovengenoemde contexten en concepten. In figuur 1 is dit weergegeven. In schil A bevinden zich de maatschappelijke, experimentele, theoretische en beroepsgerichte contexten. In schil B gaat het vervolgens om de scheikundige toepassingen en producten die in verband staan met kennis van en inzicht in beide

centrale concepten. Schil C omvat dan het secundaire concept, de wisselwerking tussen macroscopische en moleculaire eigenschappen van stoffen en materialen. Schil D sluit hierop aan en omvat het primaire concept van de scheikunde. Dit, de moleculaire opbouw, vormt de basis van moleculaire eigenschappen [3].



Figuur 1: Schematische weergave van de context-conceptbenadering [3]

4.2 Diepgang

Voor de diepgang van een praktische opdracht over duurzaamheid is gekeken naar de syllabus voor de havo. Hierin staan de onderwerpen die leerlingen aan het einde van de middelbare school moeten beheersen. De syllabus is opgebouwd uit verschillende domeinen en subdomeinen. De volgende punten omtrent duurzaamheid komen naar voren in tabel 1 van de syllabus [6]:

Tabel 1: Examenprogramma Scheikunde HAVO 2018 [6]

Domein	Subdomein	in CE	moet	mag	
			in SE	in SE	
A	Vaardigheden	X	X		
B	Kennis van stoffen en materialen	B1	Deeltjesmodellen	X	X
		B2	Eigenschappen en modellen	X	X
		B3	Bindingen en eigenschappen	X	X
		B4	Bindingen, structuren en eigenschappen	X	X
		B5	Macroscopische eigenschappen	X	X
C	Kennis van chemische processen en kringlopen	C1	Chemische processen	X	X
		C2	Chemisch rekenen	X	X
		C3	Energieberekeningen	X	X
		C4	Chemisch evenwicht		X
		C5	Technologische aspecten		X
		C6	Reactiekinetiek	X	X
		C7	Behoudswetten en kringlopen	X	X
		C8	Classificatie van reacties	X	X
D	Ontwerpen en experimenten in de chemie	D1	Chemische vakmethodes	X	X
		D2	Veiligheid		X
		D3	Chemische procesontwerpen	X	X
		D4	Moleculair modellering		X
E	Innovatieve ontwikkelingen in de chemie	E1	Kenmerken van innovatieve processen	X	X
		E2	Duurzaamheid		X
		E3	Innovatieve processen		X
F	Processen in de chemische industrie	F1	Industriële processen	X	X
		F2	Procestechnologie en duurzaamheid		X
		F3	Energieomzettingen	X	X
		F4	Risico en veiligheid		X
		F5	Kwaliteit en gezondheid		X
G	Maatschappij en chemische technologie	G1	Chemie van het leven	X	X
		G2	Milieueisen	X	X
		G3	Duurzame chemische technologie		X
		G4	Groene chemie		X
		G5	Ketenanalyse		X

Zoals zichtbaar in het bovenstaande tabel wordt duurzaamheid meerdere keren benoemd in het examenprogramma van de havo. Daarbij komt nog een toevoeging onder het domein ‘Vaardigheden’. De drie zichtbare subdomeinen zijn voornamelijk onderdeel van het schoolexamen en geen onderdeel van het centraal examen. Echter, deze onderdelen ‘moeten’ volgens de syllabus in het school examen, dus het is belangrijk dat de onderdelen duidelijk aanwezig zijn. De overige onderdelen omtrent vaardigheden zijn ook onderdeel van het centraal examen. Het betreft vier verschillende domeinen, welke hieronder zijn toegelicht.

In de praktische opdracht is er sprake van diepgang als alle onderwerpen van de syllabus gedekt worden. Zo moeten de verschillende domeinen en subdomeinen volledig aan bod komen.

4.2.1 Subdomein A14: Redeneren in termen van duurzaamheid

De eindterm in dit subdomein geeft aan dat de leerling in maatschappelijke, beroeps- en technologische contexten aspecten van duurzaamheid moet kunnen beschrijven. In de specificatie worden hierbij twee punten gegeven [6].

1. De kandidaat kan de rol van levenscycli van stoffen, materialen en producten aangeven in termen van duurzaamheid;

2. De kandidaat kan de maatschappelijke betekenis van de chemie toelichten in contexten over wereldvoedselvoorziening, duurzame energievoorziening, (drink)watervoorziening, beschikbaarheid van grondstoffen, opwarming van de aarde en vervuiling van de aarde.

4.2.2 Subdomein E2: Duurzaamheid

Volgens de syllabus [6] moet de leerling met behulp van kennis van chemische processen aspecten van duurzaamheid in relatie kunnen brengen met ontwikkelingen in de chemie.

4.2.3 Subdomein F2: Procestechnologie en duurzaamheid

Volgens de syllabus [6] moet de leerling kennis over procestechnologie en reactiekinetiek kunnen gebruiken bij redeneringen met betrekking tot duurzaamheid en veiligheid van een proces.

4.2.4 Subdomein F3: Energieomzetting

Volgens de syllabus [6] moet de leerling in de context van duurzaamheid kunnen beschrijven welke chemische en/of technologische processen worden gebruikt bij energieomzettingen. Daarnaast moet de leerling kunnen beredeneren hoe duurzaamheid een rol speelt bij energie productie.

4.2.5 Subdomein G3: Duurzame chemische technologie

Volgens de syllabus [6] moet de leerling kunnen aangeven hoe grondstoffen voor de chemische industrie worden geproduceerd. Daarnaast moet de leerling met behulp van kennis van duurzame principes een relatie kunnen leggen tussen de lokale en mondiale kwaliteit van leven en de bijdrage van een bedrijfsproces uit de chemische industrie daaraan.

4.2.6 Subdomein G4: Groene chemie

Volgens de syllabus [6] moet de leerling bij grootschalige productieprocessen de aspecten van duurzaamheid en groene chemie kunnen benoemen.

4.3 Activerende didactiek

Het is belangrijk dat leerlingen gemotiveerd en uitgedaagd worden in wat ze doen [7]. In de praktische opdracht is het dus nodig dat er activerende didactiek aanwezig is. Als leerlingen gemotiveerd en uitgedaagd worden, doen ze vaak enthousiaster mee, wat leidt tot een beter resultaat. Leerlingen vinden het vaak leuker om samen te werken aan opdrachten in plaats van alleen. In deze paragraaf is gekeken naar coöperatief leren, wat vervolgens gespecificeerd is aan de bèta-vakken aan de hand van constructivistisch onderwijs. De rol van de docent bij bèta-vakken is als laatste toegelicht.

4.3.1 Coöperatief leren

Een mogelijke vorm van activerende didactiek is dat leerlingen coöperatief gaan leren. Dit is niet zomaar te bereiken door leerlingen in groepen met de opdracht samen te laten werken. Volgens onderzoek dient coöperatief leren te voldoen aan vijf basiskenmerken [7].

1. Positieve wederzijdse afhankelijkheid
2. Individuele verantwoordelijkheid
3. Directe interactie
4. Sociale vaardigheden
5. Evaluatie van groepsprocessen

Van positieve wederzijdse afhankelijkheid is sprake zodra leerlingen van elkaar merken dat ze op een of andere manier van elkaar afhankelijk zijn binnen een project. Leerlingen hebben gezamenlijk een gemeenschappelijk doel, het goed uitvoeren van een opdracht en het daarmee behalen van een goed cijfer, maar kunnen dit alleen bereiken zodra de ander ook dat doel bereikt. Individuele verantwoordelijkheid draait om het feit dat leerlingen niet zomaar iets kunnen doen. Ze moeten in zekere zin verantwoording afleggen voor wat ze bijdragen. Bij directe interactie is het vervolgens van belang dat de groepen niet te groot worden. Zo ontstaat succesvolle face-to-face interactie. Daarbij is dan het vierde punt, sociale vaardigheden, weer belangrijk. Voor een productieve samenwerking is de

inzet van sociale vaardigheden namelijk belangrijk. Zo moeten leerlingen naar elkaar luisteren, hulp durven vragen, maar ook hulp geven. Groepsevaluatie is aanwezig zodra leerlingen gezamenlijk nagaan of hun leerdoelen bereikt zijn. Voor de praktische opdracht is het dus van belang dat de bovenstaande vijf punten verwerkt worden. Dit zal dan de basis worden van de praktische opdracht.

4.3.2 Didactische werkvormen

Volgens het didactische werkvormenboek van Hoogeveen [8] vindt de activerende didactiek haar grondslag in het constructivisme. Leerlingen construeren hierbij hun eigen kennis, mede door nieuwe kennis te integreren in bestaande kennis. Leren is een actief proces, waarbij de verantwoordelijkheid voor het actief bezig gaan met leerstof bij de leerlingen zelf ligt. Dit kan worden gezien als een uitdaging die leerlingen aan moeten gaan. Dit is dan weer in samenspraak met coöperatief leren waarbij individuele verantwoordelijkheid een van de basiskenmerken is. De kenmerken van constructivisme zijn:

- Leerlingen moeten intrinsiek gemotiveerd worden om zelf informatie te zoeken en te verwerven.
- Het is de leerling zelf die met informatie aan de slag gaat, hij/zij brengt structuur aan, organiseert en generaliseert.
- Inzicht is een proces en is in die zin nooit definitief. Het wordt steeds verfijnder door zowel reorganisatie van informatie als door reflectie.

Tussen constructivistisch onderwijs en het traditionele onderwijs zitten verschillen. Voorbeelden van verschillende tussen traditionele didactiek en activerende didactiek zijn weergegeven in figuur 2.

Traditioneel onderwijs	Constructivistisch onderwijs
<ul style="list-style-type: none"> • De docent bepaalt grotendeels de inhoud en volgorde van onderwijs. 	<ul style="list-style-type: none"> • De leerling bepaalt grotendeels zelf wanneer hij aan welke leerstof behoefte heeft en hoe hij die wil verwerken.
<ul style="list-style-type: none"> • Nadruk ligt op het klassikaal overdragen van kennis en vaardigheden. 	<ul style="list-style-type: none"> • De leerling bouwt zijn eigen kennisbestand op, op een manier die past bij wat hij al weet en bij zijn manier van leren (leerstijl).
<ul style="list-style-type: none"> • Binnen het leerplan staan vakken of vakgebieden centraal. 	<ul style="list-style-type: none"> • Competenties³ zijn de bouwstenen van het leerplan. Leerlingen maken zich deze eigen door aan betekenisvolle⁴ opdrachten te werken.
<ul style="list-style-type: none"> • Leren is grotendeels een individuele activiteit: bestuderen van teksten, luisteren naar uitleg van de docent. 	<ul style="list-style-type: none"> • Leren doe je door samen met anderen aan opdrachten te werken en elkaar dingen uit te leggen. De docent is meer begeleider.
<ul style="list-style-type: none"> • Objectief vast te stellen leerlingprestaties worden getoetst. 	<ul style="list-style-type: none"> • Toetsen zijn niet alleen product-, maar ook procesgericht, waarbij niet alleen cognitieve, maar ook motorische en affectieve vaardigheden worden meegenomen.
<ul style="list-style-type: none"> • Beoordelen is grotendeels een aanpak van de docent. 	<ul style="list-style-type: none"> • Zelfbeoordeling speelt een grote rol.

Figuur 2: Traditioneel onderwijs versus constructivistisch onderwijs [8]

De individuele verantwoordelijkheid is een aspect wat kan worden toegevoegd aan de praktische opdracht. Het constructivisme is in lijn met een context-concept benadering, waarbij leerlingen uitgaande van contexten bepaalde concepten onder de knie moeten krijgen. Constructivisme is daarbij

een uitdagende vorm van onderwijs. Een leerling is gewend bij de hand genomen te worden, maar is hierbij ineens zelf verantwoordelijk voor het onder de knie krijgen van de leerstof.

4.3.3 De rol van de docent

De bovenstaande onderwerpen focussen op een manier van onderwijs, waarbij de leraar bijna buiten spel staat. Echter, ook de rol van de docent is belangrijk. Dit is het geval omdat activerende didactiek verschilt tussen de bepaalde vakken. De lessen voor scheikunde zijn namelijk nauwelijks te vergelijken met de lessen van Nederlandse taal en literatuur. De bèta-vakken zijn een sector op zich en hebben een andere invulling. Zeker op havo-niveau is zichtbaar dat bèta-vakken moeilijk te begrijpen zijn en dat daardoor leerlingen ook lastiger te motiveren zijn. Uit onderzoek van het Platform Bèta Techniek [9] zijn tien verschillende aandachtspunten voor didactiek in de havo-bèta-sectie naar voren gekomen. Deze zijn hieronder weergegeven en toegelicht.

1. *Contact maken en houden.* Havo-leerlingen hechten veel waarde aan persoonlijk contact. Het inleven in leerlingen is hierbij belangrijk als docent. Leerlingen werken namelijk vaak harder voor een 'aardige' docent. Bovendien blijkt dat een zekere lichtheid in de benadering van het vak door docenten, met humor en zonder al te zwaar te tillen aan het niet gelijk snappen van dingen, juist in de exacte vakken heel positief te werken op het zelfvertrouwen van de leerlingen.
2. *Positieve feedback.* Leerlingen zien de bèta-vakken vaak als moeilijk en voor mensen met talent. Echter, exacte vakken blijken vaak juist goed aan te leren te zijn. Positieve feedback zorgt hierbij voor zelfvertrouwen dat leerlingen wel degelijk iets snappen van een vak.
3. *Prikkelen.* Havoleerlingen zijn vaak op zoek naar uitdaging en afwisseling. Door het gebruik van variërende werkvormen zullen leerlingen meer gemotiveerd raken.
4. *Procedurele duidelijkheid.* Havo-leerlingen zeggen vaak zelf te bepalen hoe ze moeten leren. Echter, duidelijke kaders dienen gesteld te worden om zo heldere verwachtingen over gewenst gedrag en leerresultaat te bereiken.
5. *Toegankelijkheid.* In de exacte vakken is een onderzoekende houding effectief. Passiviteit werkt bij deze vakken altijd minder. Leerlingen dienen actief mee te doen om de stof te begrijpen. Hier moet wel de mogelijkheid voor geboden worden.
6. *Werken in groepen.* Bij exacte vakken wordt er veel beredeneerd en uitgevoerd. Een leerling die alleen werkt, kan zich vastbijten in een verkeerde redenering. Daarom werkt samenwerking goed bij exacte vakken. Hierbij moeten wel alle leerlingen goed uit de verf komen.
7. *Cognitief activeren van leerlingen.* Juist de exacte vakken zijn vakken waarbij practica, zelf experimenteren, veel opdrachten maken en veel oefenen kunnen bijdragen aan het begrip van en het zelfvertrouwen in het eigen talent. Door middel van vragen kunnen leerlingen cognitief geactiveerd worden.
8. *Koppeling lesstof aan praktijk.* Havo-leerlingen zijn bijzonder praktisch ingesteld. Door de praktijk aan de theorie te koppelen, zullen leerlingen veel meer onthouden.
9. *Structuur.* Er is een duidelijke structuur nodig tussen de verschillende lagen van onderwijs. De docent moet goed kunnen schakelen tussen het concept, de lesstof en de specifieke vragen van leerlingen.
10. *Goed kunnen uitleggen.* Uitleg is voor leerlingen een van de belangrijkste dingen om een exact vak te begrijpen. De voorkeur hiervoor gaat uit naar herhaaldelijk uitleggen in stappen, vanuit verschillende uitgangspunten.

5. Methode

Dit onderzoek is een combinatie geweest tussen een literatuuronderzoek en een ontwerponderzoek. Aan de hand van literatuur en de evaluatie van de initiële praktische opdracht ‘Duurzaam’ is een herontwerp gemaakt. Vervolgens is dit herontwerp geïmplementeerd bij de 4 havoklassen van 2018.

Door een literatuuronderzoek zijn verschillende aspecten naar boven gekomen omtrent de opbouw van een praktische opdracht. Om onderzoeksvraag 1 te beantwoorden, is eerst gekeken naar het belang van een context-concept benadering. De kenmerken van een context-concept benadering zijn uitgewerkt in paragraaf 4.1. Om onderzoeksvraag 2 en 3 te beantwoorden, is gekeken naar diepgang en activerende didactiek voor een praktische opdracht over duurzaamheid. De resultaten van dit onderzoek zijn uitgewerkt in paragraaf 4.2 (Diepgang) en paragraaf 4.3 (Activerende didactiek).

Naast een literatuuronderzoek is een praktijkonderzoek uitgevoerd. Dit is gedaan om de deelvragen 4 tot en met 7 te beantwoorden. In dit onderzoek is een vragenlijst afgenomen bij de scheikundeleerlingen van de havo klassen. Tijdens de eerste afname hadden leerlingen van 5 havo, die de initiële praktische opdracht al eens hadden uitgevoerd, de vragenlijst ingevuld. Aan deze vragenlijst hebben twee havo 5-klassen meegewerkt, in totaal 37 leerlingen. Daarnaast is ook een enquête gehouden onder de betrokken leraren, die de praktische opdracht in 2017 hadden begeleid. Drie verschillende docenten, twee scheikundedocenten en een biologiedocent, hebben de vragenlijst ingevuld. De resultaten van deze vragenlijst staan weergegeven in paragraaf 6.1 (Leerlingen) en paragraaf 6.2 (Docenten).

Er is een online vragenlijst (Google Forms) opgesteld om zo de praktische opdracht te evalueren. Deze evaluatie is gedaan bij zowel de docenten die de praktische opdracht gedraaid hebben, als de leerlingen van havo 5, die de praktische opdracht in 2017 uitgevoerd hebben. De vragenlijsten zijn te vinden in bijlage 12.1 (Leerlingen) en 12.3 (Docenten).

De eerste vragenlijst is opgebouwd uit 10 beoordelvragen, 5 meerkeuzevragen en 3 open vragen. Bij de ratingsvragen moesten de docenten en leerlingen de vraag op een vijfpuntsschaal beantwoorden. Hierbij konden docenten en leerlingen het onderdeel beoordelen met het cijfer 1 tot en met 5, waarbij 1 zeer slecht was, 3 neutraal en 5 zeer positief. Bij de meerkeuzevragen werd gevraagd een hokje aan te vinken met een antwoord en bij de open vragen moesten de docenten en leerlingen een antwoord uitwerken.

De vragenlijst bestaat uit vier onderdelen, welke hieronder zijn weergegeven. Deze onderdelen zijn beoordeeld op basis van motivatie, uitdaging en tijd. Zo is duidelijk geworden of de leerlingen de praktische opdracht uitdagend vonden en welke onderdelen veel tijd kostten. Daarnaast is de afwisseling tussen de verschillende onderdelen aan bod gekomen. Als laatste is in twee open vragen gevraagd naar verbeterpunten en pluspunten van de praktische opdracht. Het verschil met de vragenlijst voor de docenten is dat er voor de docenten een vraag is toegevoegd. Namelijk, hoe docenten de praktische opdracht hebben ervaren. Daarbij is specifiek verwezen naar diepgang, activerende didactiek en context-concept benadering. De vragen gingen over de volgende vier onderdelen in de praktische opdracht:

- *Biovergister maken en analyseren.* De leerlingen maken met behulp van eigen gekozen GFT-afval een biovergister. Daarbij wordt vervolgens gekeken welk GFT-afval het meeste methaan kan produceren.
- *Gidsexperiment.* Dit proefje is puur bedoeld om de kennis over chromatografie weer op te frissen. Hierbij wordt de proef met de viltstiften uitgevoerd
- *Onderzoeksvraag en werkplan maken.* De leerlingen dienen voor de praktische opdracht een werkplan met bijbehorende onderzoeksvraag op te stellen. Gedurende het project wordt er een logboek bijgehouden om te kijken of het werkplan is uitgevoerd.

- *Verslag maken*. Dit onderdeel spreekt voor zich. De leerlingen dienen na afloop van de praktische opdracht een verslag in te leveren met de uitkomsten, etc.

De relatie tussen de deelvragen van dit onderzoek en de vragen in de enquête zijn weergegeven in tabel 2.

Tabel 2: Relatie tussen deelvraag en enquêtevragen Google Forms Leerlingen

Vragen Google Forms Leerlingen	4	5	6.1	6.2	6.3	7.1	7.2	7.3
1. Hoe motiverend vond je het onderdeel 'Biovergister maken en analyseren'?			X			x		
2. Hoe uitdagend vond je het onderdeel 'Biovergister maken en analyseren'?				x			x	
3. Hoeveel tijd kostte het onderdeel 'Biovergister maken en analyseren'?			X	x		x	x	
4. Hoe motiverend vond je het onderdeel 'Gidsexperiment'?			X			x		
5. Hoe uitdagend vond je het onderdeel 'Gidsexperiment'?				x			x	
6. Hoeveel tijd kostte het onderdeel 'Gidsexperiment'?			X	x		x	x	
7. Hoe motiverend vond je het onderdeel 'Onderzoeksvraag en werkplan maken'?			X			x		
8. Hoe uitdagend vond je het onderdeel 'Onderzoeksvraag en werkplan maken'?				x			x	
9. Hoeveel tijd kostte het onderdeel 'Onderzoeksvraag en werkplan maken'?			X	x		x	x	
10. Hoe motiverend vond je het onderdeel 'Verslag maken'?			X			x		
11. Hoe uitdagend vond je het onderdeel 'Verslag maken'?				x			x	
12. Hoeveel tijd kostte het onderdeel 'Verslag maken'?			X	x		x	x	
13. Vond je de bovenstaande onderdelen genoeg afwisseling brengen in de praktische opdracht?					x			x
14. Licht je antwoord over afwisseling toe.					x			x
15. Hoe belangrijk vond je het over duurzaamheid te leren?			X			x		
16. Wat zijn jouw verbeterpunten voor de PO 'Duurzaam'?			X	x	x	x	x	x
17. Wat zijn jouw pluspunten voor de PO 'Duurzaam'?			X	x	x	x	x	x
18. Wat voor cijfer geef je de PO 'Duurzaam'?								

Vervolgens is aan de hand van het literatuuronderzoek en het praktijkonderzoek een herontwerp gemaakt, die beschreven is in hoofdstuk 7. Dit herontwerp is geïmplementeerd op 10 juni '18 bij de 4 havo klassen. Na de uitvoering van het herontwerp is wederom een vragenlijst afgenomen bij de betrokken leerlingen en docenten. Tijdens de afname van deze evaluatie vulden 66 leerlingen van 4 havo, die de praktische opdracht uitgevoerd hadden, en 4 betrokken docenten de vragenlijst in. De vragenlijst voor de evaluatie van het herontwerp is op dezelfde manier opgebouwd als de vragenlijst voor het initiële ontwerp. De tweede vragenlijst bestond uit 16 beoordelvragen, 5 meerkeuzevragen en 3 open vragen. Aan deze vragenlijst zijn bij het herontwerp de volgende drie onderwerpen toegevoegd:

- *Onderzoeksvraag en werkplan maken*. De leerlingen dienen voor de praktische opdracht een werkplan met bijbehorende onderzoeksvraag op te stellen. Gedurende het project wordt een logboek bijgehouden om te kijken of het werkplan is uitgevoerd.
- *Klassendiscussie*. Na het inleveren van de onderzoeksvragen en werkplannen is een klassendiscussie gehouden over de juiste onderzoeksvraag. Zo had iedereen uiteindelijk

dezelfde onderzoeksvraag en konden de verschillende onderzoeken met elkaar vergeleken worden.

- *Pitch*. De leerlingen hebben aan het eind van de praktische opdracht een pitch gegeven waarin de resultaten en conclusies zijn gepresenteerd.

De resultaten van de enquête zijn besproken in hoofdstuk 8. De vragenlijsten en resultaten van enquête zijn weergegeven in paragraaf 12.7 tot en met 12.10.

6. Resultaten praktijkonderzoek

Omdat het doel van het onderzoek is om de praktische opdracht te verbeteren is het belangrijk om de ervaringen van docenten en leerlingen mee te nemen. Hiervoor vond een praktijkonderzoek plaats op het R.K.S. St. Canisius. Hierbij zijn leerlingen en docenten gevraagd een enquête in te vullen over de praktische opdracht. Het doel was de ervaringen van de docenten en leerlingen in kaart te brengen om deze vervolgens te analyseren en te gebruiken voor het herontwerpen van de praktische opdracht. De resultaten van de enquête onder de leerlingen zijn weergegeven in paragraaf 6.1, de resultaten van de enquête onder de docenten in paragraaf 6.2 en de conclusies van deze resultaten in paragraaf 6.3.

De enquêtevragen, waar naar gerefereerd is bij de resultaten, zijn weergegeven in tabel 3.

Tabel 3: Categorisering vragen enquête

Vragen Google Forms	Categorie vraag
1. Hoe motiverend vond je het onderdeel 'Biovergister maken en analyseren'?	Ratingsvraag
2. Hoe uitdagend vond je het onderdeel 'Biovergister maken en analyseren'?	Ratingsvraag
3. Hoeveel tijd kostte het onderdeel 'Biovergister maken en analyseren'?	Meerkeuzevraag
4. Hoe motiverend vond je het onderdeel 'Gidsexperiment'?	Ratingsvraag
5. Hoe uitdagend vond je het onderdeel 'Gidsexperiment'?	Ratingsvraag
6. Hoeveel tijd kostte het onderdeel 'Gidsexperiment'?	Meerkeuzevraag
7. Hoe motiverend vond je het onderdeel 'Onderzoeksvraag en werkplan maken'?	Ratingsvraag
8. Hoe uitdagend vond je het onderdeel 'Onderzoeksvraag en werkplan maken'?	Ratingsvraag
9. Hoeveel tijd kostte het onderdeel 'Onderzoeksvraag en werkplan maken'?	Meerkeuzevraag
10. Hoe motiverend vond je het onderdeel 'Verslag maken'?	Ratingsvraag
11. Hoe uitdagend vond je het onderdeel 'Verslag maken'?	Ratingsvraag
12. Hoeveel tijd kostte het onderdeel 'Verslag maken'?	Meerkeuzevraag
13. Vond je de bovenstaande onderdelen genoeg afwisseling brengen in de praktische opdracht?	Ratingsvraag
14. Licht je antwoord over afwisseling toe.	Open vraag
15. <i>Wat is jouw ervaring als docent met de PO 'Duurzaam'? (Denk hierbij bijvoorbeeld aan diepgang, activerende didactiek en context-concept benadering) – Deze vraag is alleen voor docenten</i>	Open vraag
16. Hoe belangrijk vond je het over duurzaamheid te leren?	Ratingsvraag
17. Wat zijn jouw verbeterpunten voor de PO 'Duurzaam'?	Open vraag
18. Wat zijn jouw pluspunten voor de PO 'Duurzaam'?	Open vraag
19. Wat voor cijfer geef je de PO 'Duurzaam'?	Meerkeuzevraag

6.1 Resultaten leerlingen

In totaal hebben 37 leerlingen van havo 5, die de initiële praktische opdracht hadden gedaan, de vragenlijst ingevuld. Deze vragenlijst is afgenomen aan het begin van een reguliere scheikundeles, gegeven op vrijdag 13 april '18, het derde uur. Hierbij werd door mijzelf een kleine introductie gehouden door te vertellen waar de vragenlijst over ging en wat er met deze vragenlijst gedaan zou worden. Het overzicht van alle resultaten is gegeven in bijlage 12.2. Hieronder zijn de gemiddelde resultaten weergegeven, waarbij het dus mogelijk was dat leerlingen verschillende beoordelingen gaven. Zo kon de ene leerling op het gebied van motivatie een 5 geven, terwijl de andere leerlingen een 2 gaf. De enquêtevragen waar naar gerefereerd wordt, zijn weergegeven in de tabel 3.

Op het gebied van motivatie heeft het maken en analyseren van de biovergister het hoogst gescoord, namelijk 3,38 gemiddeld. De meeste leerlingen hebben dit onderdeel als neutraal motiverend tot

motiverend beschouwd. Over het gidsexperiment waren de leerlingen al iets minder positief als het ging om de motivatie, gemiddeld een 3,16. De laatste twee onderdelen zijn aan de demotiverende kant van het spectrum terechtgekomen. Het maken van een onderzoeksvraag en werkplan scoorde gemiddeld een 2,83 en het maken van een verslag een 2,41. Over het algemeen scoorde de praktische opdracht op het gebied van motivatie neutraal motiverend. De resultaten zijn weergegeven in tabel 4.

Tabel 4: Overzicht resultaten 'Motivatie'

Vraag	Onderdeel	Cijfer
1	Biovergister maken en analyseren	3,38
4	Gidsexperiment	3,16
7	Onderzoeksvraag en werkplan maken	2,83
10	Verslag maken	2,41

Op het gebied van uitdaging was ongeveer hetzelfde patroon zichtbaar. Het grootste verschil ten opzichte van motivatie zat in het verslag maken. In plaats van demotiverend (2,41), beoordeelden de leerlingen het verslag maken op het gebied van uitdaging met neutraal (3,03). De resultaten zijn weergegeven in tabel 5.

Tabel 5: Overzicht resultaten 'Uitdaging'

Vraag	Onderdeel	Cijfer
2	Biovergister maken en analyseren	3,35
5	Gidsexperiment	3,03
8	Onderzoeksvraag en werkplan maken	2,78
11	Verslag maken	3,03

De tijdsverdeling van de praktische opdracht was vrij duidelijk. Het maken en analyseren van de biovergister kostte het meeste tijd (bijna 4 lessen), daarna kostte het het verslag maken ongeveer 3 lessen, gevolgd door het gidsexperiment (2 à 3 lessen). Het maken van een onderzoeksvraag en werkplan kostte het minste tijd (2 lessen). Echter, dit is het gemiddelde van de tijdsindeling. Zo waren sommige leerlingen 5 lessen of meer bezig geweest met het verslag en sommige 1 les of minder. De resultaten zijn weergegeven in tabel 6.

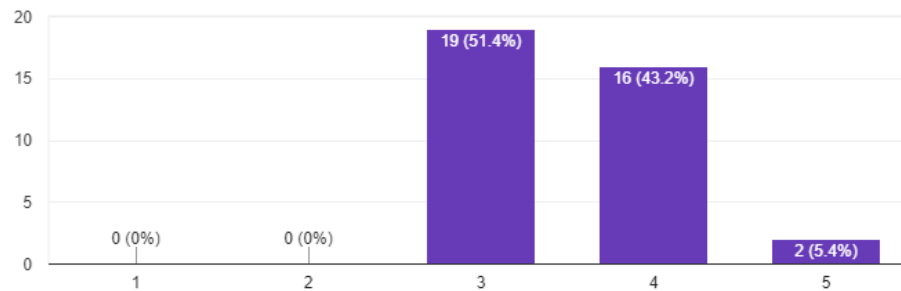
Tabel 6: Overzicht resultaten 'Tijdsindeling'

Vraag	Onderdeel	Lessen
3	Biovergister maken en analyseren	3,75
6	Gidsexperiment	2,67
9	Onderzoeksvraag en werkplan maken	2,16
12	Verslag maken	2,97

Op het gebied van afwisseling, vraag 13 en 14 van de enquête, waren de leerlingen vrij duidelijk, deze was aanwezig. Hierbij gaven 19 leerlingen en 3 en 16 leerlingen een 4, zie figuur 3. Voornamelijk de afwisseling tussen practica en aan je verslag werken kwam hierbij naar voren. Daarbij vonden leerlingen het leuker dan leren uit het boek. Echter, sommige leerlingen vonden het een saaie praktische opdracht, wat kwam doordat het elke keer een beetje over hetzelfde ging. Over de afwisseling binnen deze praktische opdracht zijn de meningen dus verdeeld.

Vond je de bovenstaande onderdelen genoeg afwisseling brengen in de module?

37 responses

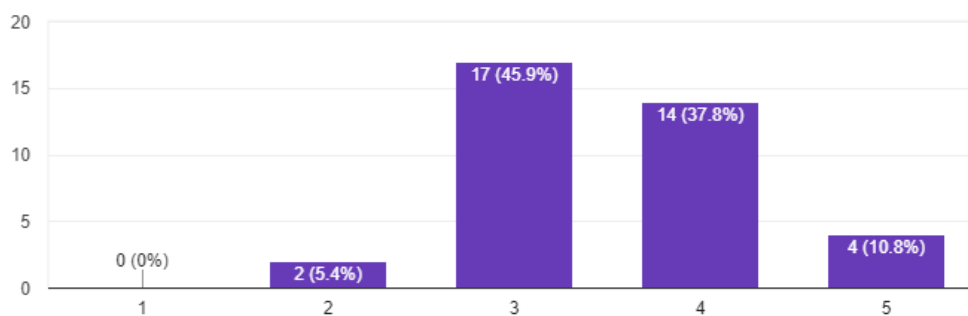


Figuur 3: Overzicht resultaten 'Afwisseling'

De leerlingen zeggen wel het belangrijk gevonden te hebben over duurzaamheid te leren, vraag 16 van de enquête. De score die leerlingen hieraan toekennen is een 3 of 4. Daarbij kwamen twee leerlingen die een 2 gaven en vier leerlingen die een 5 gaven. De resultaten zijn weergegeven in figuur 4.

Hoe belangrijk vond je het om over duurzaamheid te leren?

37 responses



Figuur 4: Overzicht resultaten 'Is het belangrijk over duurzaamheid te leren?'

De leerlingen gaven als antwoord op vraag 17 aan dat er redelijk wat verbeterpunten zijn voor de praktische opdracht. Deze verbeterpunten kwamen vaak overeen en staan hieronder weergegeven:

- Inkorten PO, duurde te lang;
- Meer met de computer aan de slag;
- Minder uitgebreid verslag, de resultaten konden heel makkelijk en kort opgeschreven worden;
- Minder uitgewerkt, meer zelf nadenken. Zo voorkom je meelifters;
- Iets meer uitdaging.

De pluspunten die leerlingen als antwoord op vraag 18 gaven:

- Leerzaam;
- Veel praktisch werk, leuk dat je zelf aan de slag mocht;
- Simpel een hoog cijfer halen;
- Belangrijk om over te leren, zeker voor de toekomst;
- Veel leuke proefjes.

Op de vraag (vraag 19) wat voor cijfer de leerlingen de initiële praktische opdracht zouden geven, gaven de leerlingen gemiddeld een 6.7 met een standaarddeviatie van 0.95.

6.2 Resultaten docenten

De Google Forms is door 3 verschillende docenten ingevuld. Dit waren de betrokken docenten bij de praktische opdracht, twee scheikundedocenten en een biologiedocent. De vragenlijst was qua vragen hetzelfde als die van de leerlingen. Er was slechts één extra vraag over de ervaring van de docent. Echter, er werd aan de docenten gevraagd om te antwoorden wat leerlingen dachten. Dus hoe motiverend denkt de docent dat iets was voor de leerlingen. De vragenlijst is te vinden in bijlage 12.3 en het overzicht van de resultaten in bijlage 12.4.

De uiteindelijke resultaten vielen hoger uit dan bij de leerlingen. Op het gebied van motivatie gaven de docenten op twee onderdelen een unaniem antwoord. Zo kreeg het maken en analyseren van de biovergister een 4 en het maken van het verslag een 3. Het gidsexperiment werd beoordeeld met respectievelijk twee 3'en en een 4. Ditzelfde resultaat was ook verkregen bij het maken van onderzoeksvragen en een werkplan. De gemiddelde resultaten staan weergegeven in tabel 7.

Tabel 7: Overzicht resultaten 'Motivatie'

Vraag	Onderdeel	Cijfer
1	Biovergister maken en analyseren	4
4	Gidsexperiment	3,33
7	Onderzoeksvraag en werkplan maken	3,33
10	Verslag maken	3

Ook op het gebied van uitdaging waren de meningen van docenten verdeeld. De resultaten, zie tabel 8, voor het maken en analyseren van een biovergister (4), onderzoeksvraag en werkplan maken (3) waren unaniem. Qua uitdaging scoorde het gidsexperiment redelijk laag, namelijk een 2 en twee 3'en. Het maken van een verslag scoorde twee 4'en en een 3.

Tabel 8: Overzicht resultaten 'Uitdaging'

Vraag	Onderdeel	Cijfer
2	Biovergister maken en analyseren	4
5	Gidsexperiment	2,67
8	Onderzoeksvraag en werkplan maken	3
11	Verslag maken	3,67

In de verdeling van tijd zijn de docenten meer eensgezind (zie tabel 9). De meeste tijd zat in het maken en analyseren van de biovergister (4 à 5 lessen). Het gidsexperiment kostte anderhalve les, gelijk aan het maken van een onderzoeksvraag en werkplan. Voor het verslag waren vervolgens 2 à 3 lessen nodig.

Tabel 9: Overzicht resultaten 'Tijdsindeling'

Vraag	Onderdeel	Lessen
3	Biovergister maken en analyseren	4 à 5
6	Gidsexperiment	1 à 2
9	Onderzoeksvraag en werkplan maken	1 à 2
12	Verslag maken	2 à 3

De afwisseling, vraag 13 en 14, tussen de onderdelen werd unaniem positief beschouwd. Alle docenten geven hierbij een 4. De leerlingen waren op een andere manier bezig dan de rest van het jaar, waarbij er voldoende afwisseling was tussen nadenken, uitvoeren, practica, rekenen en schrijven. Daarnaast stond het onderwerp duurzaamheid niet echt dichtbij de leerlingen, wat wel bereikt is met de praktische opdracht.

De ervaring van de docenten, vraag 15, gaf vervolgens ook drie antwoorden.

Het was voor de lln een eye-opener om te zien dat biogas ontstaat uit 'gewone' producten. Sommige producten veel (alhoewel dat misschien grotendeels CO2 gas was) en bij andere producten niets. Context voldoende omdat dit natuurlijk nu ook voortdurend in het nieuws is, de alternatieve brandstoffen. Activerend kan misschien nog iets meer uit de verf komen, ze moeten wel veel zelf doen maar het is toch grotendeels nog wel geleid. De diepgang kan erin zitten, de leerlingen moeten in de inleiding allerlei informatie verwerken, sommige werken dat prima uit, anderen maken zich daar vanaf.

Omdat de lln allemaal hetzelfde doen met ander afval en daardoor resultaten van elkaar moeten overnemen, wordt het een hele leuke, pittige opdracht. Het pittige zit hem vooral in het achteraf uitrekenen hoeveel biogas er is ontstaan.

Nuttige opdracht. Nadeel is wel dat er veel ll zonder sk/bio bij zitten. Tweede concrete nadeel is, als gevolg daarvan, dat meerdere docenten erbij betrokken zijn. Meer afstemming onderling is absoluut noodzakelijk.

De vervolgens genoemde verbeterpunten, vraag 17 van de enquête, staan hieronder weergegeven:

- Gidsexperiment. Link werd niet gelegd tussen chromatografie en het daadwerkelijk analyseren van biogassen met een gaschromatograaf;
- Leerlingen kunnen niet gemotiveerd worden;
- Leerlingen hebben niet altijd scheikunde en biologie;
- Afstemming tussen verschillende docenten.

De pluspunten, vraag 18 van de enquête, die de docenten vervolgens benoemden:

- Samenwerken met twee vakken;
- Het onderwerp: duurzaamheid;
- Groepswerk;
- Combinatie praktijk en theorie;
- Verrassende uitkomsten GFT-afval;
- Context benadering;
- Bewustwording van het begrip duurzaamheid;
- Bewustwording dat de manieren van onderzoeken voor bètavakken hetzelfde zijn.

Als gemiddelde cijfer voor de huidige praktische opdracht gaven de docenten als antwoord op vraag 19 gemiddeld een 7.7.

6.3 Conclusies resultaten praktijk

Voor de conclusies die getrokken worden uit het praktijkonderzoek, is gerefereerd naar de deelvragen van dit onderzoek. De deelvragen vier tot en met zeven, die beantwoord zijn met het praktijkonderzoek, zijn hieronder weergegeven. Voor de conclusies is de volgorde van de enquête aangehouden.

4. Wat vonden docenten de verbeterpunten/minpunten over de huidige praktische opdracht omtrent duurzaamheid op het gebied van diepgang?
5. Wat vonden docenten de pluspunten over de huidige praktische opdracht omtrent duurzaamheid op het gebied van diepgang?
6. Wat vonden havo 5-leerlingen de verbeterpunten/minpunten over de huidige praktische opdracht omtrent duurzaamheid.
 - 6.1 Op het gebied van activerend lesgeven?
 - 6.2 Op het gebied van uitdaging?
 - 6.3 Op het gebied van afwisseling tussen de verschillende onderdelen van de praktische opdracht?
7. Wat vonden havo 5-leerlingen de pluspunten over de huidige praktische opdracht omtrent duurzaamheid.
 - 7.1 Op het gebied van activerend lesgeven?
 - 7.2 Op het gebied van uitdaging?
 - 7.3 Op het gebied van afwisseling tussen de verschillende onderdelen van de praktische opdracht?

Als antwoord op vraag 6.1, 6.2, 7.1 en 7.2. bleek het volgende: Volgens de leerlingen mocht praktische opdracht namelijk op sommige gebieden uitdagender, maar ook meer motiverend. Op veel gebieden scoorde de praktische opdracht een 3 en soms zelfs lager. Zo scoorden de onderdelen verslag maken, onderzoeksvraag en werkplan maken en het gidsexperiment lager. Daaruit is meegenomen dat deze onderdelen moesten worden aangepast, dan wel geschrap. De tijdsindeling voor de praktische opdracht was momenteel te ruim. De leerlingen vonden het te lang duren, waardoor het soms als saai werd beschouwd. De docenten ondersteunden dat, wat bleek uit het optellen van de lessen uit de enquête. De praktische opdracht duurde een of twee lessen te lang.

De antwoorden op de vragen omtrent afwisseling, deelvraag 6.3 en 7.3, waren positief, de afwisseling was goed. Er was voldoende afwisseling tussen de verschillende onderdelen en het was weer eens wat anders dan het boek. Daarnaast waren de meeste leerlingen en ook docenten het erover eens dat het onderwerp duurzaamheid belangrijk is om over te leren.

De verbeterpunten van docenten en leerlingen gaven antwoord op deelvraag 4 en 6. Op het gebied van verbeterpunten moest vooral de lengte van de praktische opdracht het bij de leerlingen ontgelden. Daarnaast kwam de uitdaging en motivatie in beide gevallen naar voren. Leerlingen moeten dus meer gemotiveerd en uitgedaagd worden in de praktische opdracht en niet simpelweg 'makkelijk een hoog cijfer halen'. De organisatie was wel een duidelijk punt wat benoemd werd door de docenten, dit moest verbeterd en goed afgestemd worden.

De pluspunten van docenten en leerlingen gaven antwoord op deelvraag 5 en 7. Pluspunten vonden de leerlingen dat ze zelf aan de slag mochten en dat het leerzaam was. Iets wat samenkomt met de mening van docenten, waarbij groepswork, het onderwerp en de combinatie tussen praktijk en theorie aan bod kwam.

7. Herontwerp praktische opdracht

Voor het herontwerp van de praktische opdracht is eerst nauwkeurig gekeken naar de huidige praktische opdracht. Hierbij is in het algemeen gekeken naar de lay-out, de opbouw en de aantrekkelijkheid. Zo is de lay-out vervolgens veranderd en de opbouw aangepast. Daarnaast zijn de resultaten van de literatuurstudie en de enquête nauwkeurig geanalyseerd en verwerkt. Aan de hand hiervan is een herontwerp gemaakt. Het initiële ontwerp en het herontwerp zijn te vinden in bijlage 12.5 en 12.6. In paragraaf 7.1 zijn de verantwoordingen van de aanpassingen weergegeven, waarbij gerefereerd is naar de resultaten van het literatuuronderzoek en het praktijkonderzoek. In paragraaf 7.2 zijn de verantwoordingen samengevat en in paragraaf 7.3 zijn de aanpassingen aan de verschillende onderdelen weergegeven.

7.1 Verantwoording aanpassingen herontwerp

De verantwoording voor de aanpassingen is weergegeven in drie tabellen; tabel 10 voor algemene aanpassingen, tabel 11 voor aanpassingen in de inleiding en tabel 12 voor aanpassingen aan de opdracht. Bij elk onderdeel is er gerefereerd naar het herontwerp, dit is te vinden in bijlage 12.6.

Tabel 10: Verantwoording algemene aanpassingen herontwerp

Onderdeel	Aanpassing	Diepgang	Coöperatief leren/ constructivisme	Rol van de docent	Resultaten enquête leerlingen	Resultaten enquête docenten
Algemeen	Toevoeging/aanpassing inhoudsopgave, beoordelingsformulier en hulpmiddel 'maken van een verslag'.	-	-	Deze aanpassingen zorgen voor een duidelijke structuur in de opdracht.	-	Door een duidelijke structuur wordt de afstemming tussen de verschillende docenten verbeterd.
Algemeen	Lengte praktische opdracht	-	-	-	Leerlingen vonden de lengte te lang. Door inkorten van de schrijftijd voor het verslag en toevoeging van de pitch zal dit veranderen.	-

In tabel 11 is de verantwoording voor de aanpassing aan de inleiding weergegeven.

Tabel 11: Verantwoording aanpassingen inleiding herontwerp

Onderdeel	Aanpassing	Diepgang	Coöperatief leren/ constructivisme	Rol van de docent	Resultaten enquête leerlingen	Resultaten enquête docenten
Hoofdstuk 2 Herontwerp: Inleiding	Krantenartikel plus inkorten	Introduceren van het begrip duurzaamheid aan de hand van huidige actualiteiten. Een correcte concept-context	-	Er wordt een koppeling gelegd tussen de lesstof en de praktijk.	Leerlingen hebben aangegeven meer zelf na te willen denken, door minder voor gestructureerde	Docenten hebben aangegeven dat concept-context benadering positief is. Die komt hierbij naar voren.

		benadering. Door te starten met actualiteiten voldoet de inleiding aan schil A, de maatschappelijke context (zie hoofdstuk 4.1). Door middel van het bronnenonderzoek komen de leerlingen terug in schil B.			stukken wordt dat gecreëerd.	
--	--	---	--	--	------------------------------	--

In tabel 12 is de verantwoording voor de aanpassingen aan de opdrachtomschrijving weergegeven.

Tabel 12: Verantwoording aanpassingen aan opdrachtomschrijving herontwerp

Onderdeel	Aanpassing	Diepgang	Coöperatief leren/ constructivisme	Rol van de docent	Resultaten enquête leerlingen	Resultaten enquête docenten
Hoofdstuk 3 Herontwerp: Opdracht	Opdelen in deelopdrachten	-	Door de verschillende opdrachten moeten de leerlingen gaan samenwerken om een resultaat te bereiken. Dit komt voort uit het coöperatief leren; positieve wederzijdse verantwoordelijkheid en directe interactie.	Structuur komt uit de literatuur naar voren als activerend. Door een duidelijke structuur ontstaat een beter resultaat. Nu zijn er duidelijke kaders gesteld, wat voortkomt uit procedurele duidelijkheid.	Door ook deadlines te koppelen aan verschillende opdrachten, ontstaat er iets meer druk en uitdaging.	Door een duidelijke structuur wordt de afstemming tussen de verschillende docenten verbeterd.
Paragraaf 3.1 Herontwerp: Bronnenonderzoek	Toevoeging bronnenonderzoek	Door middel van de vragenlijst worden alle subdomeinen	De leerlingen krijgen individuele verantwoordelijk en	Leerlingen worden door zelf te onderzoeken	Leerlingen hebben aangegeven meer met de computer aan	De bewustwording van het begrip

		van de syllabus gedekt.	moeten op een constructivistische manier de theorie uitzoeken in plaats van dat ze het voorgeschoteld krijgen.	geprikkeld. Uit de literatuur blijkt dat leerlingen door gevarieerde werkvormen gemotiveerd raken. Deze werkvorm is een voorbeeld hiervan.	de slag te willen. Dit wordt op deze manier toegevoegd.	duurzaamheid is duidelijk aanwezig.
Paragraaf 3.2 Herontwerp: Gidsexperiment	Aanpassing gidsexperiment	Op deze manier leren leerlingen door het koppelen van theorie en praktijk te redeneren in termen van duurzaamheid	Leerlingen moeten zelf de koppeling vinden tussen de theorie en de praktijk. Dit is een vorm van constructivistisch onderwijs.	Bij dit onderwerp kunnen de leerlingen cognitief geactiveerd worden. De praktijk zal hierbij bijdragen aan het begrip van de leerling.	Leerlingen vinden praktisch werk leuk, dat blijft op deze manier gelijk.	In het initiële ontwerp werd de link niet gelegd tussen chromatografie en het analyseren van de vergister. Door het herschrijven komt dit nu duidelijk naar voren.
Paragraaf 3.4 Herontwerp: Klassendiscussie	Toevoeging klassendiscussie	-	Door middel van een klassendiscussie worden de sociale vaardigheden getest. Een duidelijke vorm van coöperatief leren.	-	-	Op deze manier wordt duidelijk dat de manier van onderzoeken voor de verschillende bètavakken overeenkomen.
Paragraaf 3.6 Herontwerp: Pitch	Toevoeging pitch	Overbrengen van opgedane kennis. Hier kan getest worden of leerlingen de stof goed en duidelijk begrepen hebben.	Door middel van een pitch worden de sociale vaardigheden getest. Een duidelijke vorm van coöperatief leren.	Hier wordt wederom een andere werkvorm toegepast. Variërende werkvormen leiden tot motivatie van leerlingen.	Leerlingen vonden het verslag te groot. Op deze manier wordt hun kennis niet alleen getest aan de hand van een verslag, maar ook aan een presentatie.	-

7.2 Samenvatting verantwoording

In tabel 10, 11 en 12 is verantwoording afgelegd voor de aanpassingen die zijn gemaakt. Hieronder staat een duidelijk overzicht van de verantwoordingen in zijn algemeen.

7.2.1 Diepgang

In het herontwerp zijn alle domeinen uit de syllabus over duurzaamheid meegenomen. Dit komt het meest terug in het bronnenonderzoek, waarbij leerlingen een vragenlijst, die gebaseerd is op de syllabus, moeten beantwoorden.

7.2.2 Activerende didactiek leerlingen

In het herontwerp zullen leerlingen middels coöperatief leren de praktische opdracht voltooien. De vijf basiskennmerken staan hierbij centraal. Daarbij staat individuele verantwoordelijkheid door middel van constructivistisch onderwijs hoog in het vaandel. Leerlingen moeten zelf op zoektocht gaan, wat zorgt voor een behoorlijke uitdaging.

7.2.3 Activerende didactiek docenten

De docent zal aan de hand van de verschillende aandachtspunten van Platform Bèta Techniek [9] de leerlingen moeten motiveren. Deze zijn gedeeltelijk opgenomen in het herontwerp. Het gedeelte dat niet opgenomen is, waren aandachtspunten die de docent mee kon nemen in de manier van lesgeven.

7.2.4 Resultaten enquête leerlingen

In het herontwerp zijn de resultaten van de enquête van de leerlingen meegenomen. Zo mogen de leerlingen meer met de computer aan de slag en is de praktische opdracht ingekort. De leerlingen worden door het constructivistische onderwijs uitgedaagd zelf op onderzoek uit te gaan. Zo denken de leerlingen meer zelf na en worden meelifters voorkomen. De pluspunten uit de enquête zijn gelijk gebleven. Zo is er nog steeds veel practica en blijft de praktische opdracht leerzaam.

7.2.5 Resultaten enquête docenten

Ook de resultaten van de enquête van de docenten zijn meegenomen in het herontwerp. Zo is door middel van variërende werkvormen getracht de motivatie voor de leerlingen omhoog te krijgen. Daarnaast is er een aanpassing gedaan in het gidsexperiment, waardoor leerlingen de link moeten leggen tussen chromatografie en het daadwerkelijk analyseren van biogassen met behulp van een gaschromatograaf. Als laatste leidt een verandering in de structuur van de opdracht tot betere afstemming tussen de verschillende docenten. De pluspunten blijven ook bij de docenten behouden, deze zijn hieronder nogmaals weergegeven:

- Samenwerken met twee vakken;
- Het onderwerp: duurzaamheid;
- Groepswerk;
- Combinatie praktijk en theorie;
- Verrassende uitkomsten GFT-afval;
- Context benadering;
- Bewustwording van het begrip duurzaamheid;
- Bewustwording dat de manieren van onderzoeken voor bètavakken hetzelfde zijn.

7.3 Aanpassingen herontwerp

De aanpassingen zijn onder te verdelen een drie aspecten. Aanpassingen aan de praktische opdracht in het algemeen, aanpassingen aan de inleiding en aanpassingen in de opdrachtoomschrijving. In de tabel 13 zijn de aanpassingen aan de praktische opdracht in het algemeen weergegeven.

Tabel 13: Aanpassing in het algemeen van herontwerp ten opzichte van initiële ontwerp

Initiële ontwerp	Herontwerp
In dit ontwerp is een deadline voor het eindverslag. Daarnaast moet het werkplan en de onderzoeksvraag eerder worden ingeleverd.	In het herontwerp zijn deadlines gekoppeld aan zowel het bronnenonderzoek, als aan het werkplan en de onderzoeksvraag. Daarnaast ligt de deadline voor het verslag eerder en moet in de laatste les door de leerlingen een pitch worden gehouden.
In dit ontwerp staat het gidsexperiment los van de andere opdrachten. De link tussen het gidsexperiment en methaangas meten uit biogas komt weinig naar voren.	In het herontwerp is het gidsexperiment duidelijk gekoppeld aan de biovergister. Dit is gedaan door vragen toe te voegen en leerlingen de link te laten benoemen.
In dit ontwerp is een bladzijde met daarop de planning.	In het herontwerp is gelijk na de inhoudsopgave een tabel met deadlines en de planning gegeven. De afzonderlijke data zijn ook bij de deelopdrachten weergegeven.
In dit ontwerp is geen inhoudsopgave.	In het herontwerp is een inhoudsopgave.
In dit ontwerp is een beoordelingsformulier toegevoegd.	In het herontwerp is het beoordelingsformulier uitgebreid en aangepast, waarbij de nieuwe onderdelen zijn meegenomen.
In dit ontwerp is een hulpmiddel toegevoegd voor het maken van een verslag.	In het herontwerp is dit hulpmiddel aangepast en overzichtelijk gemaakt.

In tabel 14 zijn de aanpassingen aan de inleiding weergegeven.

Tabel 14: Aanpassingen aan de inleiding van het herontwerp ten opzichte van het initiële ontwerp

Initiële ontwerp	Herontwerp
<p>In dit ontwerp bestaat de inleiding uit een stuk tekst, 3 bladzijden, met daarin uitleg over gaswinning, biogas, opwaardering van gas naar groen gas, het netwerk van groen gas, de samenstelling van biogas en de manier waarop methaan gemeten wordt.</p>	<p>In het herontwerp is de inleiding volledig aangepast. Deze bestaat uit slechts 1 bladzijde. De inleiding gaat hierbij over de gaswinning in het algemeen. De link is hierbij gelegd naar een krantenartikel over de actuele situatie omtrent Groningen. Dit probleem is gekoppeld aan een mogelijke oplossing in de vorm van biogas. De leerlingen moeten vervolgens zelf door middel van een bronnenonderzoek antwoord geven op een vragenlijst. Wat is biogas? Wat is de samenstelling? Hoe zit het Nederlandse energienetwerk in elkaar als het gaat om biogas? Etc.</p>
<p>In dit ontwerp worden een aantal internetlinks gegeven naar filmpjes over het meten van methaangas.</p>	<p>In het herontwerp zijn de internetlinks naar de filmpjes eruit gehaald.</p>

In tabel 15 zijn de aanpassingen aan de opdrachtomschrijving weergegeven.

Tabel 15: Aanpassingen aan de opdrachtomschrijving van het herontwerp ten opzichte van het initiële ontwerp

Initiële ontwerp	Herontwerp
<p>In dit ontwerp wordt de opdracht omschreven op een bladzijde. Daarin staan af en toe onduidelijkheden, plus tussentijdse deadlines zijn niet weergegeven.</p>	<p>In het herontwerp is de opdracht opgedeeld in 7 deelopdrachten. Als eerste wordt de algemene opdracht uitgelegd. Vervolgens zijn alle deelopdrachten, met daarbij tussentijdse deadlines afzonderlijk uitgelegd. Dit zorgt voor een overzichtelijk geheel.</p>
<p>In dit ontwerp bestaat de opdracht uit vier opsplitsbare delen; de biovergister maken en analyseren, het gidsexperiment, onderzoeksvraag en werkplan maken en verslag maken.</p>	<p>In het herontwerp is de opdracht opgebouwd uit zeven delen; bronnenonderzoek 'biogas', het gidsexperiment, biovergister bouwen en analyseren, onderzoeks- en werkplan maken, klassendiscussie, verslag maken en pitch geven. Er zijn dus drie afzonderlijke delen toegevoegd. In het bronnenonderzoek moeten de leerlingen door middel van bronnen antwoord geven op 5 vragen. Tijdens de klassendiscussie worden klassikaal de onderzoeksvragen besproken om er zo voor te zorgen dat iedereen een gelijke en correcte onderzoeksvraag heeft. De pitch is toegevoegd aan het eind om zo leerlingen te laten presenteren wat ze geleerd hebben.</p>

8. Evaluatie herontwerp

Voor de evaluatie van het herontwerp is wederom een vragenlijst afgenomen bij de leerlingen, die de praktische opdracht hebben uitgevoerd, en bij de docenten, die betrokken waren bij de praktische opdracht. De vragenlijst was op dezelfde manier opgebouwd als de vragenlijst voor het initiële ontwerp van hoofdstuk 6. De vragenlijst van de leerlingen is weergegeven in bijlage 12.7. De vragenlijst van de docenten is weergegeven in paragraaf 12.9. In paragraaf 8.1 zijn de resultaten van de leerlingen besproken, in paragraaf 8.2 zijn de resultaten van de docenten besproken en in paragraaf 8.3 de conclusies van de evaluatie.

De vragen van de enquête zijn hieronder weergegeven in tabel 16.

Tabel 16: Enquêtevragen evaluatie herontwerp

Vragen Google Forms	Categorie vraag
1. Hoe motiverend vond je het onderdeel 'Bronnenonderzoek Biogas'?	Ratingsvraag
2. Hoe uitdagend vond je het onderdeel 'Bronnenonderzoek biogas'?	Ratingsvraag
3. Hoeveel tijd kostte het onderdeel 'Bronnenonderzoek Biogas'?	Meerkeuzevraag
4. Hoe motiverend vond je het onderdeel 'Biovergister maken en analyseren'?	Ratingsvraag
5. Hoe uitdagend vond je het onderdeel 'Biovergister maken en analyseren'?	Ratingsvraag
6. Hoeveel tijd kostte het onderdeel 'Biovergister maken en analyseren'?	Meerkeuzevraag
7. Hoe motiverend vond je het onderdeel 'Klassendiscussie'?	Ratingsvraag
8. Hoe uitdagend vond je het onderdeel 'Klassendiscussie'?	Ratingsvraag
9. Hoe motiverend vond je het onderdeel 'Gidsexperiment'?	Ratingsvraag
10. Hoe uitdagend vond je het onderdeel 'Gidsexperiment'?	Ratingsvraag
11. Hoeveel tijd kostte het onderdeel 'Gidsexperiment'?	Meerkeuzevraag
12. Hoe motiverend vond je het onderdeel 'Onderzoeksvraag en werkplan maken'?	Ratingsvraag
13. Hoe uitdagend vond je het onderdeel 'Onderzoeksvraag en werkplan maken'?	Ratingsvraag
14. Hoeveel tijd kostte het onderdeel 'Onderzoeksvraag en werkplan maken'?	Meerkeuzevraag
15. Hoe motiverend vond je het onderdeel 'Verslag maken'?	Ratingsvraag
16. Hoe uitdagend vond je het onderdeel 'Verslag maken'?	Ratingsvraag
17. Hoeveel tijd kostte het onderdeel 'Verslag maken'?	Meerkeuzevraag
18. Hoe motiverend vond je het onderdeel 'Pitch'?	Ratingsvraag
19. Hoe uitdagend vond je het onderdeel 'Pitch'?	Ratingsvraag
20. Vond je de bovenstaande onderdelen genoeg afwisseling brengen in de praktische opdracht?	Ratingsvraag
21. Licht je antwoord over afwisseling toe.	Open vraag
22. <i>Wat is jouw ervaring als docent met de PO 'Duurzaam'? (Denk hierbij bijvoorbeeld aan diepgang, activerende didactiek en context-concept benadering) – Deze vraag is alleen voor docenten</i>	Open vraag
23. Hoe belangrijk vond je het over duurzaamheid te leren?	Ratingsvraag
24. Wat zijn jouw verbeterpunten voor de PO 'Duurzaam'?	Open vraag
25. Wat zijn jouw pluspunten voor de PO 'Duurzaam'?	Open vraag
26. Wat voor cijfer geef je de PO 'Duurzaam'?	Meerkeuzevraag

8.1 Resultaten leerlingen

Na afloop van de praktische opdracht hebben 66 leerlingen de evaluatie ingevuld. De evaluatie is afgenomen op donderdag 28 juni en vrijdag 29 juni. Voor het invullen van de vragenlijst is een korte uitleg gegeven door de docent met het doel van de vragenlijst. Er hoefde geen uitleg te komen over de verschillende onderdelen, aangezien de leerlingen de praktische opdracht dezelfde dag hebben afgerond. Het overzicht van resultaten is te vinden in bijlage 12.8. De enquêtevragen waar naar is verwezen, zijn weergegeven in tabel 16. De resultaten van de enquête zijn direct vergeleken met de

resultaten van de vorige enquête. Bij de uitvoering van het herontwerp zijn zowel de pitch, als de klassendiscussie niet uitgevoerd. De klassendiscussie is wel met de verschillende groepjes gedaan door de docent, zodat iedereen een gelijke onderzoeksvraag had. Voor de pitch bleek uiteindelijk te weinig tijd te zijn. De resultaten van de klassendiscussie en de pitch zijn dan ook niet meegenomen in de evaluatie.

Op het gebied van motivatie scoorde het maken en analyseren van de biovergister wederom het hoogst. Er zijn hierin weinig aanpassingen gedaan ten opzichte van het initiële ontwerp. Ook hier scoorde de biovergister neutraal motiverend tot motiverend (3,48). Volgens de enquête scoorden drie onderdelen neutraal motiverend. Zo scoorde het bronnenonderzoek een 3,02, het gidsexperiment een 3,19 en het maken van een verslag een 3,02. Het bronnenonderzoek is bij het herontwerp ingevoerd en is dus neutraal bevallen bij de leerlingen. Ze vonden het niet motiverend, maar ook niet demotiverend. Het gidsexperiment, waar weinig aanpassingen aan zijn gedaan, scoorde ongeveer gelijk aan de initiële opdracht. Het maken van een verslag is flink verhoogd ten opzichte van de vorige enquête. In 2017 viel dit onderdeel aan de demotiverende kant van het spectrum. In 2018 is het maken van een verslag als neutraal motiverend beschouwd met een 3,02. Er vallen nog drie onderdelen uit aan de demotiverende kant van het spectrum. Het maken van een onderzoeksvraag en werkplan scoorde ongeveer gelijk aan afgelopen jaar, 2,86. Dit onderdeel is weinig aangepast, aangezien dit is beschouwd als een van de kernwaardes van onderzoek doen op de middelbare school. De resultaten op het gebied van motivatie ten opzichte van de resultaten van 2017 zijn weergegeven in tabel 17.

Tabel 17: Overzicht resultaten 'Motivatie'

Vraag	Onderdeel	Cijfer 2017	Cijfer 2018
1	Bronnenonderzoek biogas	-	3,02
4	Biovergister maken en analyseren	3,38	3,48
9	Gidsexperiment	3,16	3,19
12	Onderzoeksvraag en werkplan maken	2,83	2,86
15	Verslag maken	2,41	3,02

Op het gebied van uitdaging was wederom dezelfde trend zichtbaar als in 2017. De onderdelen biovergister maken en analyseren, verslag maken, gidsexperiment en onderzoeksvraag en werkplan maken scoorden ongeveer gelijk aan 2017. De drie nieuwe onderdelen scoorden verschillend. Het bronnenonderzoek scoorde ongeveer een neutraal uitdagend. Leerlingen vonden het alleen eerder niet uitdagend, dan wel uitdagend. De resultaten op het gebied van uitdaging ten opzichte van de uitdaging in 2017 zijn weergegeven in tabel 18.

Tabel 18: Overzicht resultaten 'Uitdaging'

Vraag	Onderdeel	Cijfer 2017	Cijfer 2018
2	Bronnenonderzoek biogas	-	2,79
5	Biovergister maken en analyseren	3,35	3,31
10	Gidsexperiment	3,03	3,02
13	Onderzoeksvraag en werkplan maken	2,78	2,85
16	Verslag maken	3,03	3,06

Op het gebied van tijdsindeling is het herontwerp maar op 5 onderdelen beoordeeld. De resultaten van de enquête over tijdsindeling ten opzichte van de tijdsindeling van 2017 is weergegeven in tabel 19. Er waren grote verschillen zichtbaar ten opzichte van 2017. Zo kostte de onderdelen biovergister maken en analyseren, gidsexperiment en onderzoeksvraag en werkplan maken opmerkelijk minder tijd. Dit zou er mee te maken kunnen hebben dat de leerlingen van de vorige enquête niet precies de opbouw

van de praktische opdracht in hun hoofd hadden. Hierdoor was deze tijdsindeling minder betrouwbaar dan de tijdsindeling van 2018. Het bronnenonderzoek kostte iets meer dan twee lessen. Hiervoor waren drie lessen ingecalculleerd, het zou dus iets meer uitgebreid kunnen.

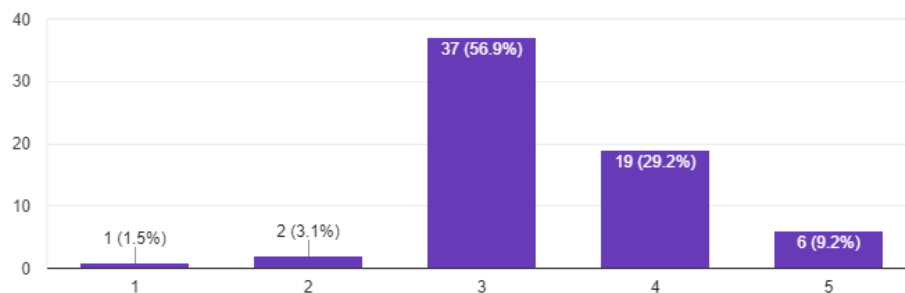
Tabel 19: Overzicht resultaten 'Tijdsindeling'

Vraag	Onderdeel	Lessen 2017	Lessen 2018
3	Bronnenonderzoek biogas	-	2,23
6	Biovergister maken en analyseren	3,75	2,05
11	Gidsexperiment	2,67	1,49
14	Onderzoeksvraag en werkplan maken	2,16	1,57
17	Verslag maken	2,97	3,02

Op het gebied van afwisseling, vraag 20 en 21 van de enquête, was er weinig verschil ten opzichte van 2017. In 2017 scoorden de leerlingen de praktische opdracht op het gebied van afwisseling een 3,5, in 2018 scoorden de leerlingen de afwisseling een 3,41. Leerlingen gaven aan dat er voldoende afwisseling was, zo was er werk achter de laptop, in de praktijk en overleg met je groep. Leerlingen zagen veel verschillende opdrachten, die uiteindelijk samen kwamen tot één resultaat. Echter, sommige leerlingen beoordeelden het als matig, doordat het elke keer een beetje over hetzelfde ging. De resultaten over afwisseling zijn weergegeven in figuur 5.

Vond je de bovenstaande onderdelen genoeg afwisseling brengen in de module?

65 responses

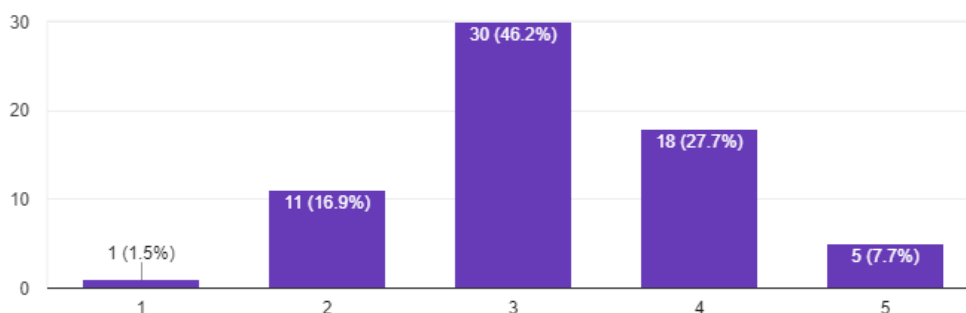


Figuur 5: Overzicht resultaten 'Afwisseling'

Leerlingen vonden het ten opzichte van 2017 minder belangrijk om te leren over duurzaamheid, zo bleek uit vraag 23. In 2017 scoorden de leerlingen dit een 3,5 en in 2018 een 3,2. Gezien de urgentie van het onderwerp duurzaamheid, moet dit veranderen. Dit is verder besproken in hoofdstuk 10. Voor de resultaten van vraag 23, zie figuur 6.

Hoe belangrijk vond je het om over duurzaamheid te leren?

65 responses



Figuur 6: Overzicht resultaten 'Hoe belangrijk is het over duurzaamheid te leren?'

Leerlingen kwamen met meerdere verbeterpunten, zo bleek uit vraag 24. Er waren 40 leerlingen die antwoord hebben gegeven op deze vraag, waarbij veel antwoorden overeen kwamen. De resultaten staan hieronder weergegeven:

- Meer uitleg;
- Meer tijd;
- Meer praktisch, minder op de stof in;
- Bij biologie geen tijd gekregen voor de PO.

Als pluspunten voor de praktische opdracht, een antwoord op vraag 25, kwamen de volgende punten naar voren:

- Afwisselend;
- Duidelijk wat er moest gebeuren, boekje met alle uitleg erin;
- Anders dan gewone les;
- Je leert veel op een andere manier dan les;
- Genoeg tijd.

De leerlingen scoorden als antwoord op vraag 26 de praktische opdracht gemiddeld een 7,1 met een standaard deviatie van 1,2. In 2017 was dit een 6,7.

8.2 Resultaten docenten

De Google Forms is door 4 verschillende docenten ingevuld. Dit waren de betrokken docenten bij de praktische opdracht, twee scheikundedocenten, een biologiedocent en een TOA. De vragenlijst was qua vragen hetzelfde als die van de leerlingen. Er was slechts één extra vraag over de ervaring van de docent. Echter werd aan de docenten gevraagd om te antwoorden wat leerlingen dachten. Dus hoe motiverend denkt de docent dat iets was voor de leerlingen. De vragenlijst is te vinden in bijlage 12.9 en het overzicht van de resultaten in bijlage 12.10. Wederom zijn de resultaten voor de pitch en klassendiscussie niet meegenomen in de evaluatie.

Op het gebied van motivatie scoorden de docenten hoger dan de leerlingen. Over het algemeen scoorden de bestaande onderdelen net iets hoger dan in 2017. Dat betekent dat de praktische opdracht volgens de docenten in zijn geheel wat motiverender is geworden. Ook het bronnenonderzoek scoorde goed bij de docenten. Deze werd beoordeeld met een 'motiverend' (3,75). De resultaten zijn weergegeven in tabel 20.

Tabel 20: Overzicht resultaten 'Motivatie'

Vraag	Onderdeel	Cijfer 2017	Cijfer 2018
1	Bronnenonderzoek biogas	-	3,75
4	Biovergister maken en analyseren	4	4,25
9	Gidsexperiment	3,33	3,75
12	Onderzoeksvraag en werkplan maken	3,33	3,5
15	Verslag maken	3	3,67

Op het gebied van uitdaging is een beetje dezelfde trend zichtbaar. De docenten beoordeelden de bestaande onderdelen als iets meer uitdagend. Ook het bronnenonderzoek scoorde goed op het gebied van uitdaging (4,0). De resultaten ten opzichte van de resultaten van 2017 zijn weergegeven in tabel 21.

Tabel 21: Overzicht resultaten 'Uitdaging'

Vraag	Onderdeel	Cijfer 2017	Cijfer 2018
2	Bronnenonderzoek biogas	-	4
5	Biovergister maken en analyseren	4	4,25
10	Gidsexperiment	2,67	3,5
13	Onderzoeksvraag en werkplan maken	3	3,75
16	Verslag maken	3,67	3,5

Qua tijdsindeling veranderde er volgens de docenten weinig bij de bestaande onderdelen. Alleen het onderdeel biovergister maken en analyseren kostte minder tijd ten opzichte van 2017. Waar dit in 2017 4 à 5 lessen kostte, kostte het in 2018 maar twee lessen. Het maken van een verslag kostte nu meer tijd. Dit kan te maken hebben met de invoering van het bronnenonderzoek, wat volgens de docenten 2 à 3 lessen kostte. Voor het overzicht van de resultaten ten opzichte van 2017, zie tabel 22.

Tabel 22: Overzicht resultaten 'Tijdsindeling'

Vraag	Onderdeel	Lessen 2017	Lessen 2018	Vershil
3	Bronnenonderzoek biogas	-	2 à 3	2 à 3
6	Biovergister maken en analyseren	4 à 5	2	2 à 3
11	Gidsexperiment	1 à 2	1	0
14	Onderzoeksvraag en werkplan maken	1 à 2	1 à 2	0
17	Verslag maken	2 à 3	3 à 4	1 à 2

Op het gebied van afwisseling, vraag 20 en 21, scoorden de docenten hoog, er was veel afwisseling aanwezig. In 2017 werd dit beoordeeld met een 4 (positief), in 2018 neigt dit iets meer richting uitstekend (4,25). Docenten gaven hierbij aan dat de theorie gecombineerd werd met de praktijk en ook nog actueel was. Dit maakte het voor de leerlingen steeds weer nieuw en uitdagend.

Op vraag 22 over de ervaring van de docenten kwamen de volgende antwoorden:

Een (klein) probleem blijft de samenstelling van de groepen, niet alle leerlingen hebben sk en bio, dat is niet te verhelpen. Er zit nu meer diepgang in door het bronnenonderzoek. Ik vind het een mooie opdracht om het schooljaar mee te eindigen. Ze kunnen de PO tijdens de lessen uitvoeren, als ze de tijd tijdens de lessen goed gebruiken.

Ik vind het een leuke afsluitende vakoverstijgende opdracht die voldoende uitdaging biedt voor 4H lln.

De docenten noemden ook enkele verbeterpunten als antwoord op vraag 24:

- Groepen kleiner maken, maar dan ook meer materiaal aanschaffen;
- Omdraaien opdracht 3.2 en 3.3;
- Klassengesprek door de juiste docent;
- Pitch niet een beetje mosterd na de maaltijd?

Ook noemden de docenten pluspunten van de praktische opdracht als antwoord op vraag 25:

- Praktijk gecombineerd met theorie en actueel;
- Uitdagend;
- Afwisselend;
- Goede combinatie tussen theorie en praktijk en vakken scheikunde en biologie.

De docenten gaven als antwoord op vraag 26 de praktische opdracht het gemiddelde cijfer van een 8.3. De initiële praktische opdracht werd beoordeeld met een 7.7.

8.3 Conclusies evaluatie herontwerp

Voor de conclusies die getrokken worden uit de evaluatie, is een vergelijking gedaan met de initiële versie van de praktische opdracht. Zoals weergegeven is in hoofdstuk 7, zijn er aanpassingen gedaan aan het initiële ontwerp met als doel de praktische opdracht meer uitdagend en activerend te maken.

Op het gebied van motivatie zijn bij sommige onderdelen stappen gemaakt. Zowel de leerlingen, als de docenten beoordeelden het maken van een verslag motiverender dan eerst. De andere bestaande onderdelen scoorden min of meer gelijk aan 2017. Het bronnenonderzoek, een nieuw onderdeel van de praktische opdracht, is door leerlingen als neutraal motiverend en door docenten als motiverend beoordeeld.

Op het gebied van uitdaging zijn ook kleine stappen gemaakt. De al bestaande onderdelen zijn iets hoger gescoord door zowel de docenten als de leerlingen, maar scoorden nog steeds niet als heel uitdagend. Het nieuwe onderdeel, het bronnenonderzoek, is door de leerlingen als matig uitdagend beoordeeld, terwijl de docenten dit onderdeel als uitdagend beoordeelden.

De tijdsindeling van de praktische opdracht is ook verbeterd. Ondanks dat er geen tijd meer was voor het houden van een pitch, is er geen commentaar van de leerlingen geweest dat de praktische opdracht te lang duurde. Dit was bij de vorige versie wel het geval. Sterker nog, in deze versie gaven enkele leerlingen aan meer tijd nodig te hebben, terwijl sommige leerlingen de nieuwe tijdsindeling als pluspunt beoordeelden. Ook volgens de docenten was de tijdsindeling goed.

Uit de evaluatie kwamen ook enkele verbeterpunten naar voren. Echter, sommige verbeterpunten van leerlingen werden door andere leerlingen tegengesproken bij de pluspunten. Zo was er het verbeterpunt over meer uitleg, terwijl een van de pluspunten was dat het duidelijk was wat er moest gebeuren. Ditzelfde geldt voor de tijdsindeling, sommige leerlingen wilden meer tijd, anderen vonden de tijdsindeling een pluspunt. Leerlingen gaven aan minder op de stof in te willen gaan en meer te focussen op de praktijk. Dit was als verbeterpunt aangegeven, terwijl het ook als pluspunt gezien kan worden. Als er meer op de stof ingegaan is, betekent dat meer diepgang, een van de doelen van dit herontwerp. Dit komt omdat nu alle onderwerpen van de syllabus gedekt zijn. Docenten gaven als verbeterpunt om kleinere groepjes te maken, dit kan mee worden genomen naar volgende jaren. Daarnaast lagen er verbeterpunten bij de klassendiscussie en de pitch. De pitch werd beoordeeld als mosterd na de maaltijd en is uiteindelijk door tijdgebrek niet uitgevoerd. Hierdoor kan er niet beoordeeld worden of dit zou bevallen. Wellicht is er een andere structuur voor de klassendiscussie en de pitch vereist.

Als pluspunten kwamen er ook een aantal punten naar voren. Zo bleef de praktische opdracht afwisselend, was deze duidelijk en was het volgens leerlingen 'leuker' dan een normale les. Bij de docenten lagen de pluspunten in de combinatie tussen theorie en praktijk. Daarnaast was de praktische opdracht een stuk actueler en uitdagender.

9. Conclusie

Het doel van dit onderzoek was het verbeteren van de praktische opdracht over duurzaamheid op de vlakken diepgang en activerende didactiek. Dit ging om een praktische opdracht voor 4 havo leerlingen van R.K.S St. Canisius. Om dit doel te bereiken is een literatuuronderzoek gedaan naar de kenmerken van een context-concept benadering, naar de diepgang van duurzaamheid aan de hand van de syllabus havo en activerende didactiek voor zowel leerlingen, als docenten. Daarnaast is een praktijkonderzoek gedaan op het St. Canisius bij betrokken docenten en leerlingen, die de initiële praktische opdracht hebben uitgevoerd in 2017. Aan de hand van de resultaten van beide onderzoeken is een herontwerp gemaakt voor het St. Canisius, die geïmplementeerd is op 10 juni '18. Ook dit herontwerp is geëvalueerd. Na dit onderzoek zijn meerdere conclusies getrokken.

Het is gelukt om de praktische opdracht over duurzaamheid te verbeteren. De onderzoeksvraag kan beantwoord worden aan de hand van de onderstaande punten.

9.1 Literatuur

Aan de hand van het literatuuronderzoek is uitgezocht welke onderwerpen volgens de syllabus havo 2018 verplicht zijn om te behandelen in het school examen. De verschillende domeinen en subdomeinen zijn uitgezocht en toegelicht in paragraaf 4.2.

Bij het onderzoek naar activerende didactiek is gekeken naar de mogelijkheden van coöperatief leren. Coöperatief leren in combinatie met constructivistisch onderwijs leidt tot een actievere houding van de leerling en meer uitdaging. Daarnaast is er bij activerende didactiek een belangrijke rol weggelegd voor de docent. Alle punten omtrent activerende didactiek staan uitgewerkt in paragraaf 4.3. Deze punten zijn meegenomen in het herontwerp, wat blijkt uit paragraaf 7.2.

9.2 Praktijk

Voor het praktijkonderzoek is een vragenlijst afgenomen bij betrokken docenten en leerlingen die de initiële praktische opdracht hadden uitgevoerd in 2017. De belangrijkste verbeterpunten van de leerlingen lagen in de uitdaging en de lengte van de praktische opdracht. De verbeterpunten van de docenten lagen in de structuur, de diepgang en de activerende didactiek van de praktische opdracht. De resultaten van de vragenlijst zijn uitgewerkt in hoofdstuk 6.

9.3 Herontwerp en evaluatie

Aan de hand van de bovenstaande twee onderzoeken is een herontwerp gemaakt. Het is gelukt om de praktische opdracht over duurzaamheid te verbeteren. Op het punt van diepgang zijn alle onderwerpen van de syllabus gedekt en verwerkt in de praktische opdracht. Op het gebied van activerende didactiek is een vorm van coöperatief leren toegepast. Dit is aangevuld met aspecten van constructivistisch onderwijs, die allen verwerkt zijn in het herontwerp. Daarnaast zijn alle verbeterpunten vanuit het praktijkonderzoek geanalyseerd en verwerkt in het herontwerp. Zo zijn er naast de bovenstaande aanpassingen ook aanpassingen gedaan in de lengte en de structuur van de praktische opdracht. Uit de evaluatie blijkt dat het herontwerp van de praktische opdracht over duurzaamheid lichtelijk beter scoort op de punten diepgang en activerende didactiek. Het doel van het onderzoek is daarmee behaald, maar er zijn veel punten van discussie. De resultaten van het herontwerp en de evaluatie zijn verwerkt in hoofdstuk 7 en 8.

9.4 Onderzoeksvraag

Er kan nu antwoord gegeven worden op de onderzoeksvraag: Welke kenmerken heeft een goede 4 havo context-concept praktische opdracht over duurzaamheid qua inhoud en activerende didactiek?

Een dergelijke praktische opdracht dekt alle onderwerpen van de syllabus. Daarbij maakt de praktische opdracht gebruik van coöperatief leren en constructivistisch onderwijs, om zo de leerling actief en uitgedaagd te houden. De docent let hierbij op de tien aandachtspunten voor didactiek in de havo-

bètasectie en ondersteunt de leerlingen waar nodig. Daarnaast voldoet de praktische opdracht aan een duidelijke structuur en gepaste lengte.

10. Discussie & Aanbevelingen

Bij dit onderzoek zijn meerdere discussiepunten en aanbevelingen. Als eerste bij het literatuuronderzoek over activerende didactiek. Er is bewust gekozen om te focussen op coöperatief leren en constructivistisch onderwijs. Dit is gedaan omdat bij deze twee manieren van onderwijs de verantwoordelijkheid wordt gelegd bij de leerling. De praktische opdracht was op de initiële manier zo opgebouwd dat de docent ter ondersteuning was en de leerling het zelf moest uitzoeken. Om deze manier van onderwijs te behouden is dus specifiek gekeken naar deze twee manieren op het gebied van activerende didactiek. Uit de evaluatie bleek dat leerlingen en docenten de praktische opdracht lichtelijk beter beoordeelden op het gebied van motivatie en uitdaging. Echter, er zijn nog andere manieren van activerende didactiek, die zouden kunnen leiden tot nog meer motivatie en uitdaging voor de leerling. Deze manieren zijn in dit onderzoek niet onderzocht. In een eventuele vervolgstudie zouden deze manieren van activerende didactiek ook onderzocht kunnen worden.

Het praktijkonderzoek dat gedaan is bij 5 havoleerlingen was niet geheel betrouwbaar. Het was voor deze leerlingen inmiddels een jaar geleden dat de initiële praktische opdracht was uitgevoerd. Tijdens het invullen van de enquête kwamen veel vragen over wat elk onderdeel ook alweer precies was. Hier is zo goed mogelijk antwoord op gegeven. Echter, het kan dus zijn dat hierdoor kleine afwijkingen zijn ontstaan.

In het herontwerp is een bronnenonderzoek toegevoegd. Deze is door de leerlingen beoordeeld als neutraal motiverend en neutraal uitdagend. Er zou dus nog gekeken kunnen worden naar andere werkvormen, die de praktische opdracht uitdagender en motiverender kunnen maken.

De klassendiscussie, die ingevoerd is bij het herontwerp, is niet in elke klas naar behoren uitgevoerd. In de evaluatie gaven de docenten ook al aan dat er goed gekeken moest worden naar wie de docent was tijdens de klassendiscussie. Deze docent moet goed het onderdeel begrijpen en kunnen begeleiden. Voor de klassendiscussie moet een document worden opgesteld, die aangeeft wat de bedoeling is zodat de klassendiscussie in het vervolg wel tot zijn recht komt. Hier kan in een vervolgstudie naar gekeken worden.

In het herontwerp is een pitch toegevoegd, die uiteindelijk niet uitgevoerd is. Hierdoor zijn de beoordelingen van de evaluatie niet waardevol. De docenten gaven tijdens de evaluatie aan dat de pitch een beetje mosterd na de maaltijd zou zijn. Er moet dus in vervolgstudies gekeken worden naar andere vormen voor de afsluiting van de praktische opdracht.

Na afloop van het herontwerp kwamen tijdens de evaluatie nog meerdere verbeterpunten naar voren. Zo moeten er bijvoorbeeld voor de volgende keer kleinere groepjes gemaakt worden. De leerlingen gaven hierbij aan dat er minder diep op de stof moet worden ingegaan. Aangezien de stof nu alle onderwerpen van de syllabus dekt, is dat niet mogelijk. Andere verbeterpunten kunnen in vervolgstudie worden geanalyseerd en verwerkt.

De leerlingen gaven tijdens de evaluatie van het herontwerp aan dat ze het neutraal belangrijk vonden over duurzaamheid te leren. Aangezien duurzaamheid een urgent en actueel onderwerp is, moet hier naar gekeken worden. Deze generatie leerlingen zal veel te maken krijgen met duurzaamheid en het is dus belangrijk dat zijzelf ook inzien dat het belangrijk is over dit onderwerp te leren.

Een van de verbeterpunten van de leerlingen was dat er tijdens de lessen biologie geen tijd werd gegeven om aan de praktische opdracht te werken. Dit zou wel moeten volgens de handleiding van deze praktische opdracht. In het vervolg zullen dus nog duidelijkere afspraken gemaakt moeten worden tussen de twee vakken.

11. Referenties

- [1] J. Van Den Akker, "Principles and Methods of Development Research."
- [2] M. van Graft, *De concept-contextbenadering in het primair onderwijs*. 2009.
- [3] H. P. . Driessen and H. A. Meinema, "Commissie Vernieuwing Scheikunde Havo en Vwo: Chemie tussen context en concept Ontwerpen voor vernieuwing," p. 52, 2003.
- [4] C. Van der Donk and B. van Lanen, *Praktijkonderzoek in de school*. Uitgeverij Coutinho, 2016.
- [5] W. Rombouts, "Context-Concept chemie en van Hiele's abstractieniveaus," 2009.
- [6] C. Bertona, "Scheikunde HAVO," no. april 2016, 2017.
- [7] S. Veenman, L. Koenders, and M. Van Der Burg, "Coöperatief leren in het voortgezet onderwijs: evaluatie van een scholingsprogramma," *Pedagogiek*, vol. 21, no. 3, pp. 228–241, 2001.
- [8] P. Hoogeveen and J. Winkels, *Het didactische werkvormenboek*. 2006.
- [9] R. Hamer, "Tien didactische aandachtspunten voor de bètavakken op de havo," 2010.

12. Bijlagen

De bijlagen bevatten de verschillende vragenlijsten met resultaten. Daarnaast is het initiële ontwerp toegevoegd en het uiteindelijke herontwerp.

12.1 Evaluatie initiële ontwerp leerlingen 'Duurzaam'

Evaluatie leerlingen 'Duurzaam'

Evaluatie van de praktische opdracht 'Duurzaam' door 5 Havo-leerlingen van het St. Canisius te Almelo

1. Hoe motiverend vond je het onderdeel 'Biovergister maken en analyseren'?

Mark only one oval.

	1	2	3	4	5	
Niet motiverend	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Zeer motiverend

2. Hoe uitdagend vond je het onderdeel 'Biovergister maken en analyseren'?

Mark only one oval.

	1	2	3	4	5	
Niet uitdagend	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Zeer uitdagend

3. Hoeveel tijd kostte het onderdeel 'Biovergister maken en analyseren'?

Mark only one oval.

- 1 les of minder
- 2 lessen
- 3 lessen
- 4 lessen
- 5 lessen of meer

4. Hoe motiverend vond je het onderdeel 'Gidsexperiment'?

Mark only one oval.

	1	2	3	4	5	
Niet motiverend	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Zeer motiverend

5. Hoe uitdagend vond je het onderdeel 'Gidsexperiment'?

Mark only one oval.

	1	2	3	4	5	
Niet uitdagend	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Zeer uitdagend

6. Hoeveel tijd kostte het onderdeel 'Gidsexperiment'?

Mark only one oval.

- 1 les of minder
- 2 lessen
- 3 lessen
- 4 lessen
- 5 lessen of meer

7. Hoe motiverend vond je het onderdeel 'Onderzoeksvraag en werkplan maken'?

Mark only one oval.

	1	2	3	4	5	
Niet motiverend	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Zeer motiverend

8. Hoe uitdagend vond je het onderdeel 'Onderzoeksvraag en werkplan maken'?

Mark only one oval.

	1	2	3	4	5	
Niet uitdagend	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Zeer uitdagend

9. Hoeveel tijd kostte het onderdeel 'Onderzoeksvraag en werkplan maken'?

Mark only one oval.

- 1 les of minder
- 2 lessen
- 3 lessen
- 4 lessen
- 5 lessen of meer

10. Hoe motiverend vond je het onderdeel 'Verslag maken'?

Mark only one oval.

	1	2	3	4	5	
Niet motiverend	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Zeer motiverend

11. Hoe uitdagend vond je het onderdeel 'Verslag maken'?

Mark only one oval.

	1	2	3	4	5	
Niet uitdagend	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Zeer uitdagend

12. Hoeveel tijd kostte het onderdeel 'Verslag maken'?

Mark only one oval.

- 1 les of minder
- 2 lessen
- 3 lessen
- 4 lessen
- 5 lessen of meer

13. Vond je de bovenstaande onderdelen genoeg afwisseling brengen in de module?

Mark only one oval.

	1	2	3	4	5	
Onvoldoende	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Uitstekend

14. Licht je antwoord over afwisseling toe.

15. Hoe belangrijk vond je het om over duurzaamheid te leren?

Mark only one oval.

	1	2	3	4	5	
Zeer onbelangrijk	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Zeer belangrijk

16. Wat zijn jouw verbeterpunten voor de PO 'Duurzaam'?

17. Wat zijn jouw pluspunten voor de PO 'Duurzaam'?

18. Wat voor cijfer geef je de PO 'Duurzaam'?

Mark only one oval.

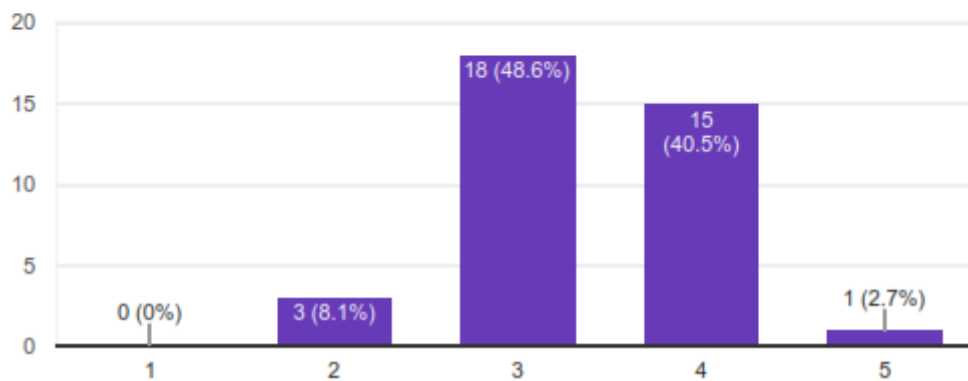
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Evaluatie leerlingen 'Duurzaam'

37 responses

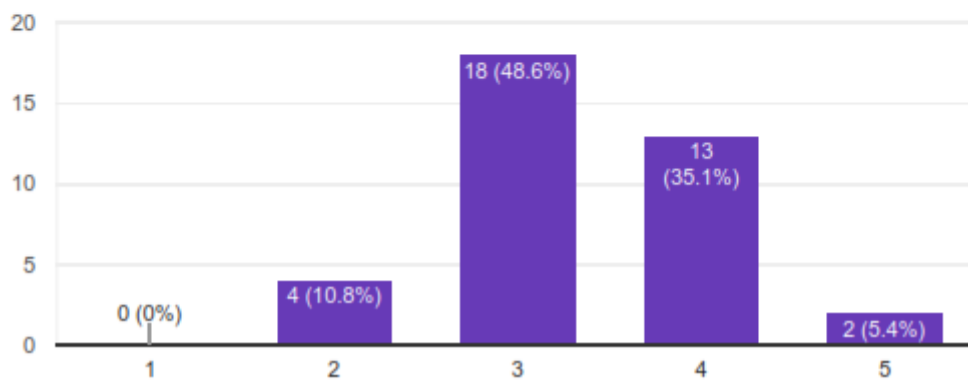
Hoe motiverend vond je het onderdeel 'Biovergister maken en analyseren'?

37 responses



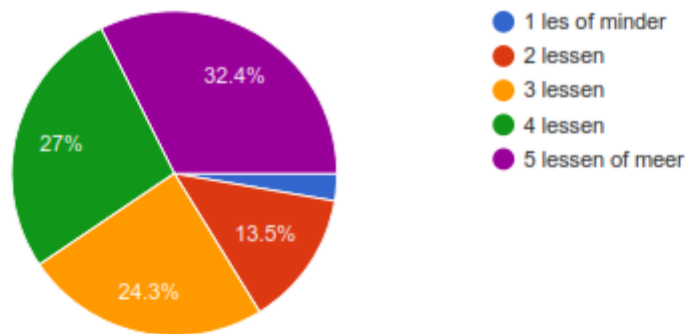
Hoe uitdagend vond je het onderdeel 'Biovergister maken en analyseren'?

37 responses



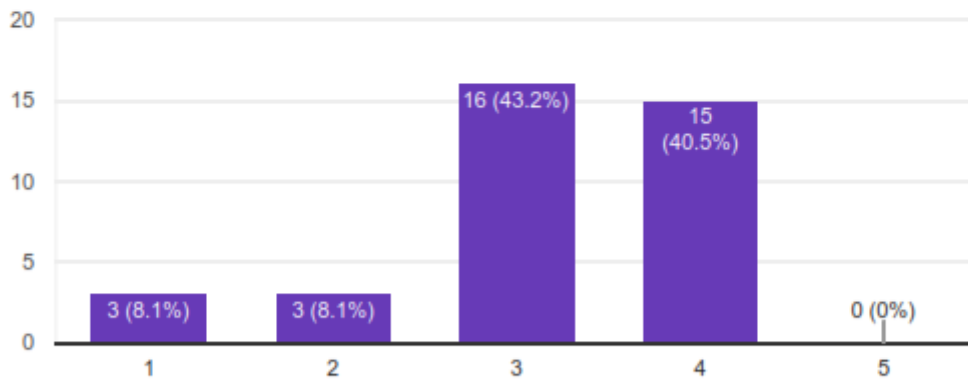
Hoeveel tijd kostte het onderdeel 'Biovergister maken en analyseren'?

37 responses



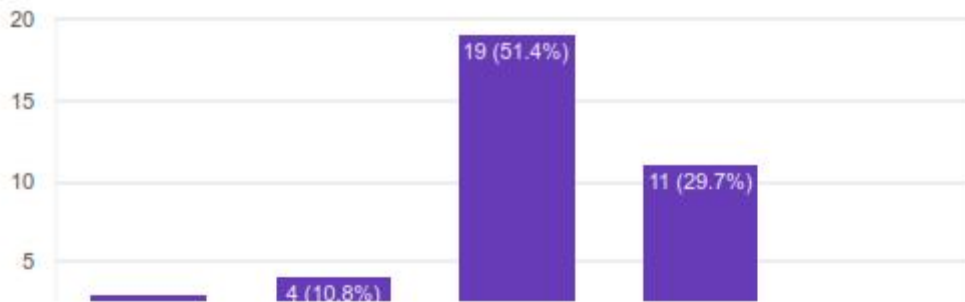
Hoe motiverend vond je het onderdeel 'Gidsexperiment'?

37 responses



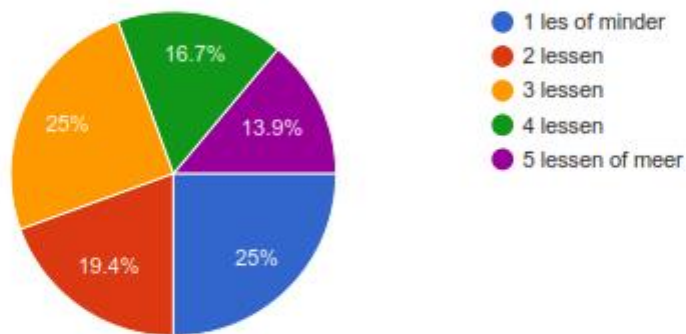
Hoe uitdagend vond je het onderdeel 'Gidsexperiment'?

37 responses



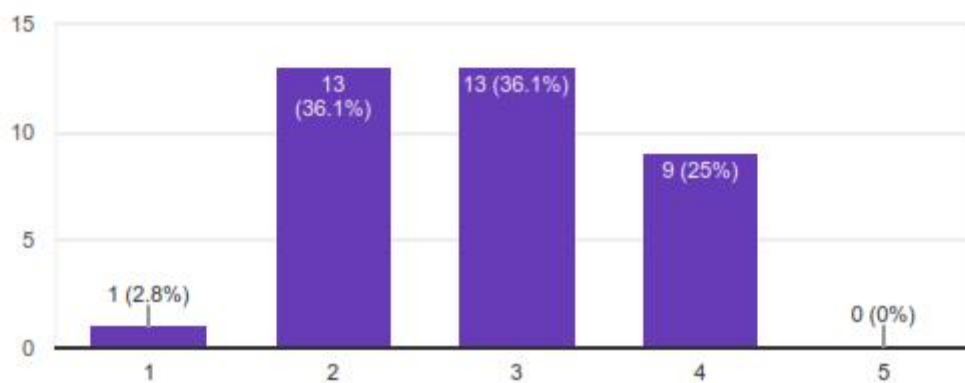
Hoeveel tijd kostte het onderdeel 'Gidsexperiment'?

36 responses



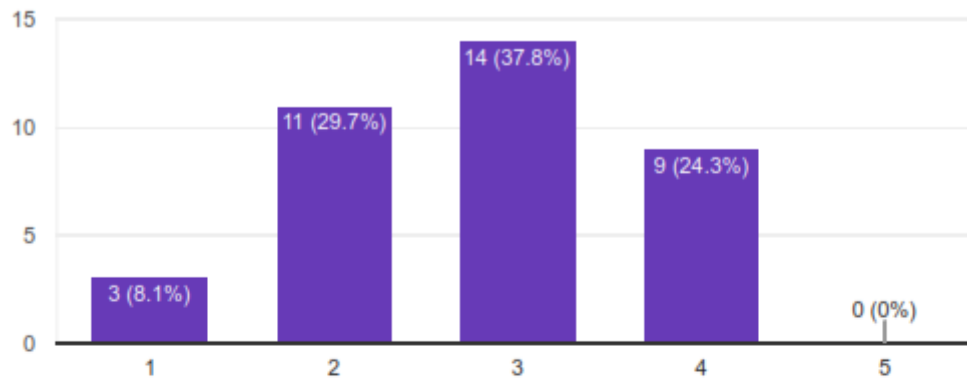
Hoe motiverend vond je het onderdeel 'Onderzoeksvraag en werkplan maken'?

36 responses



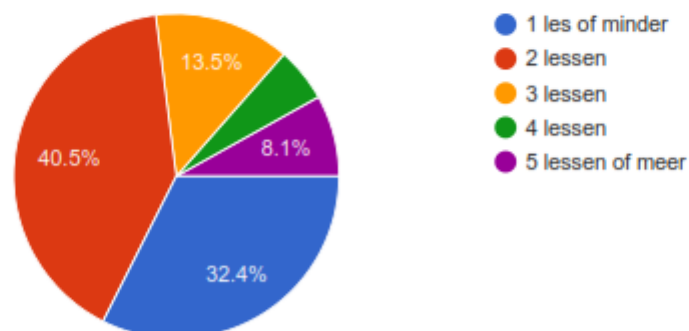
Hoe uitdagend vond je het onderdeel 'Onderzoeksvraag en werkplan maken'?

37 responses



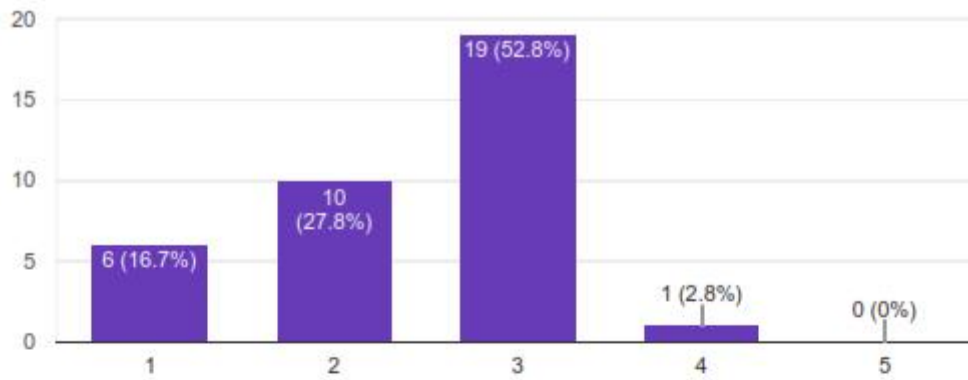
Hoeveel tijd kostte het onderdeel 'Onderzoeksvraag en werkplan maken'?

37 responses



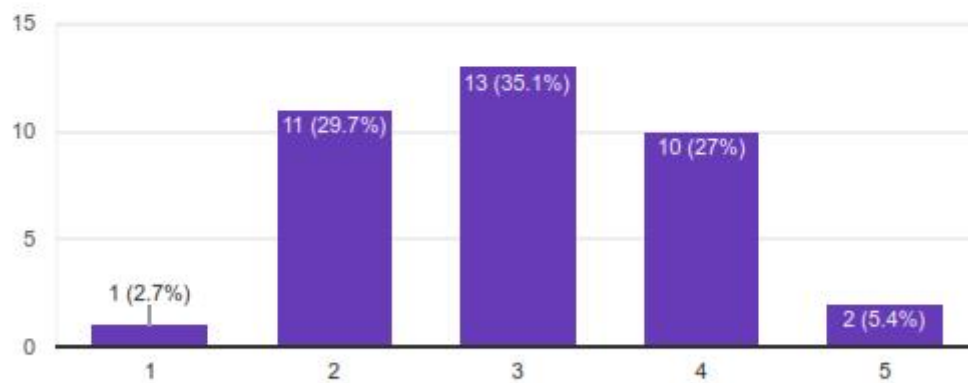
Hoe motiverend vond je het onderdeel 'Verslag maken'?

36 responses



Hoe uitdagend vond je het onderdeel 'Verslag maken'?

37 responses

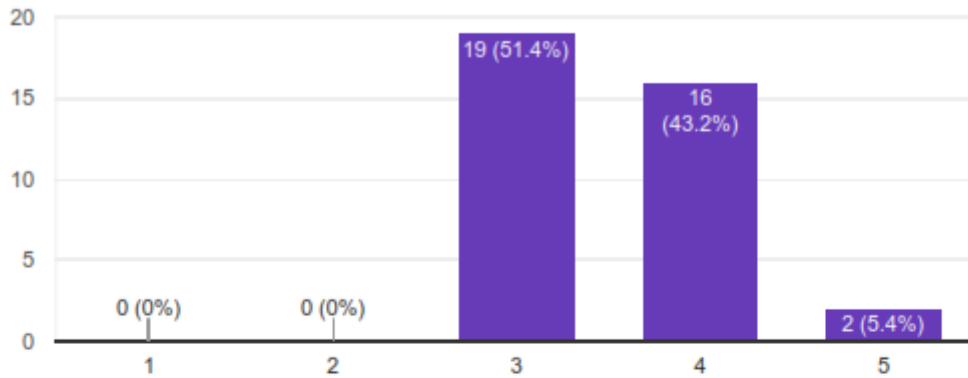


Hoeveel tijd kostte het onderdeel 'Verslag maken'?

37 responses

Vond je de bovenstaande onderdelen genoeg afwisseling brengen in de module?

37 responses



Licht je antwoord over afwisseling toe.

25 responses

Je leert door middel van een proefje dit is interessanter (2)

Veel gebruik van internet en onderzoeken, dat maakt het wat leuker.

heel verschillende proeven met verschillende uitkomsten

neutraal

Weet het niet meer

Er was veel afwisseling.

Bijna elke les wel iets van een practicum tussendoor aan je verslag werken.

Het was weer een keer iets anders en niet altijd maar hetzelfde

Het was 1 project. Ligt er erg aan hoe de verdeling is of er veel afwisseling is

Er was niet echt afwisseling. De hele PO was gewoon de biovergister maken en berekenen hoeveel methaan er wordt gevormd.

Er is genoeg afwisseling maar dit is niet altijd leuk

Het is leuker dan leren uit het boek

Je leert er veel van en het is leuker dan leren uit je boek

Het is leuker dan gewoon les.

Ik vond het wel prima, maar het mocht wel wat afwisselender.

Saaï po vrijwel net als alle andere, wel makkelijk om een goed cijfer te halen.

Het was wel een beetje saaï want het gaat elke keer over hetzelfde

Het is wel wat afwisseling maar het is nog steeds uit een boekje en eigenlijk niet heel verrassend

We deden veel verschillende dingen.

Het was interessant, een mix van verschillende onderdelen

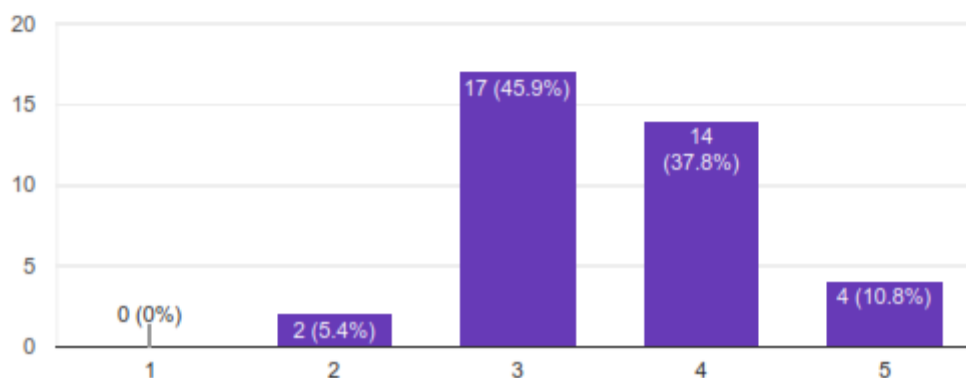
Weinig afwisseling

Er was wel afwisseling maar dat waren er gewoon 4 grote en niet een paar kleine

Veel verschillende onderwerpen kwamen aan bod. Wel waren het saaïe onderwerpen.

Hoe belangrijk vond je het om over duurzaamheid te leren?

37 responses



Wat zijn jouw verbeterpunten voor de PO 'Duurzaam'?

27 responses

De PO inkorten omdat het te lang duurde (2)

Meer met de computer

het verslag moet minder uitgebreid, want de resultaten kun je heel makkelijk en kort opschrijven

geen

Als het bij een groep niet lukt heeft die groep geen back-up

Het was een lange proef.

Chromatografie eruit, dat was saai

Het mag korter

Er mogen wel wat onbelangrijkere onderwerpen uit zodat het een wat kortere proef wordt.

Je eigen groep mogen kiezen

Het mag korter

Minder uitgewerkt, meer zelf bedenken. Minder meelifters

iets van een voorbeeldvergelijking, zodat je precies wist hoe en wat

Eerst wat achtergrondinformatie en oefenen voordat we aan de PO beginnen. Dit maakt het hele proces wat makkelijker.

Het was niet per se interessant voor mij maar het is dan ook lastig om een PO te vinden die interessant is voor iedereen

Iets georganiseerder

Iets nauwkeuriger werken

Ik zou het eigenlijk niet weten.

Leuker maken

Iets meer uitdaging

Wat minder volgens het boekje werken zou wel fijn zijn

Geen idee meer.

Misschien iets betere uitleg

-

Geen groot verslag/werkplan

Ik vond het PO soms wat onduidelijk. Ook was het irritant dat je met scheikunde en biologie samen deed en dat je mensen in je groepje had die alleen biologie hadden.

Wat zijn jouw pluspunten voor de PO 'Duurzaam'?

28 responses

Leerzaam (3)

Je kreeg er genoeg tijd voor (2)

Het was leuk dat je het zelf mocht doen.

je kunt zien wat je gedaan hebt en wat het resultaat is

geen

het praktisch werken vond ik leuk om te doen.

Je kan je eigen draai aan het experiment geven

Je had weer een nieuwe uitdaging en kon een keer iets doen wat je niet elke les doet.

Je mocht je eigen groene product kiezen.

Het praktisch werken was leuk

Simpel hoog cijfer halen

veel afwisseling, het was niet zo dat je per definitie 1 deel moest uitwerken, dit was goed af te wisselen

Je leert hoe je duurzamer kunt worden.

Het is iets wat meerdere mensen interessant vinden maar ik niet

Het was leuk en interessant om te doen

Onze uitkomst was bijna hetzelfde als de hypothese

Ik vind het goed dat we het hierover hebben. Het is belangrijk voor onze toekomst.

Goed cijfer te behalen

Interessant om te zien wat ontstaat

Je kan even de les uit naar echt vrij ben je nog niet

Je kon er wel een hoog cijfer voor halen

Je leert er goed van samenwerken

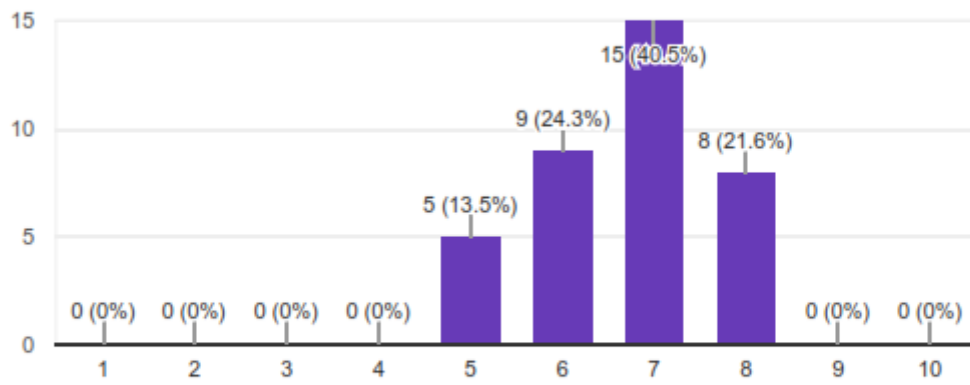
Je hebt vrije keuze in welk product je wil onderzoeken

De proefen zijn wel leuk

Een keer wat anders dan alleen maar het boek!!

Wat voor cijfer geef je de PO 'Duurzaam'?

37 responses



12.3 Evaluatie initiële ontwerp docenten 'Duurzaam'

Evaluatie docenten 'Duurzaam' 2

Evaluatie van de praktische opdracht 'Duurzaam' door docenten van het St. Canisius te Almelo

1. Hoe motiverend was het onderdeel 'Biovergister maken en analyseren' voor de leerlingen?

Mark only one oval.

	1	2	3	4	5	
Niet motiverend	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Zeer motiverend

2. Hoe uitdagend was het onderdeel 'Biovergister maken en analyseren' voor de leerlingen?

Mark only one oval.

	1	2	3	4	5	
Niet uitdagend	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Zeer uitdagend

3. Hoeveel tijd kostte het onderdeel 'Biovergister maken en analyseren' de leerlingen?

Mark only one oval.

- 1 les of minder
- 2 lessen
- 3 lessen
- 4 lessen
- 5 lessen of meer

4. Hoe motiverend was het onderdeel 'Gidsexperiment' voor de leerlingen?

Mark only one oval.

	1	2	3	4	5	
Niet motiverend	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Zeer motiverend

5. Hoe uitdagend was het onderdeel 'Gidsexperiment' voor de leerlingen?

Mark only one oval.

	1	2	3	4	5	
Niet uitdagend	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Zeer uitdagend

6. Hoeveel tijd kostte het onderdeel 'Gidsexperiment' de leerlingen?

Mark only one oval.

- 1 les of minder
- 2 lessen
- 3 lessen
- 4 lessen
- 5 lessen of meer

7. Hoe motiverend was het onderdeel 'Onderzoeksvraag en werkplan maken' voor de leerlingen?

Mark only one oval.

	1	2	3	4	5	
Niet motiverend	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Zeer motiverend

8. Hoe uitdagend was het onderdeel 'Onderzoeksvraag en werkplan maken' voor de leerlingen?

Mark only one oval.

	1	2	3	4	5	
Niet uitdagend	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Zeer uitdagend

9. Hoeveel tijd kostte het onderdeel 'Onderzoeksvraag en werkplan maken' de leerlingen?

Mark only one oval.

- 1 les of minder
- 2 lessen
- 3 lessen
- 4 lessen
- 5 lessen of meer

10. Hoe motiverend was het onderdeel 'Verslag maken' voor de leerlingen?

Mark only one oval.

	1	2	3	4	5	
Niet motiverend	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Zeer motiverend

11. Hoe uitdagend was het onderdeel 'Verslag maken' voor de leerlingen?

Mark only one oval.

	1	2	3	4	5	
Niet uitdagend	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Zeer uitdagend

12. Hoeveel tijd kostte het onderdeel 'Verslag maken' de leerlingen?

Mark only one oval.

- 1 les of minder
- 2 lessen
- 3 lessen
- 4 lessen
- 5 lessen of meer

13. **Brachten de bovenstaande onderdelen genoeg afwisseling in de PO 'Duurzaam'?**

Mark only one oval.

	1	2	3	4	5	
Onvoldoende	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Uitstekend

14. **Licht je antwoord over afwisseling toe.**

15. **Wat is jouw ervaring als docent met de PO 'Duurzaam'? (Denk hierbij bijvoorbeeld aan diepgang, activerende didactiek en context-concept benadering)**

16. **Wat zijn jouw verbeterpunten voor de PO 'Duurzaam'?**

17. **Wat zijn jouw pluspunten voor de PO 'Duurzaam'?**

18. **Wat voor cijfer geef je de PO 'Duurzaam'?**

Mark only one oval.

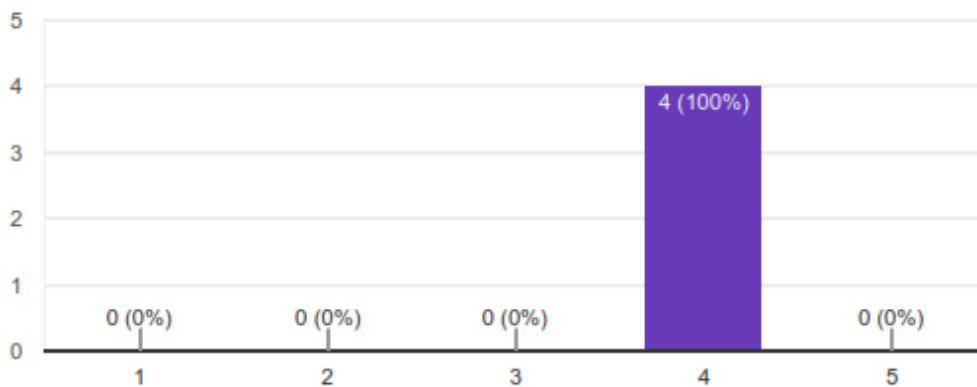
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Evaluatie docenten 'Duurzaam' 2

4 responses

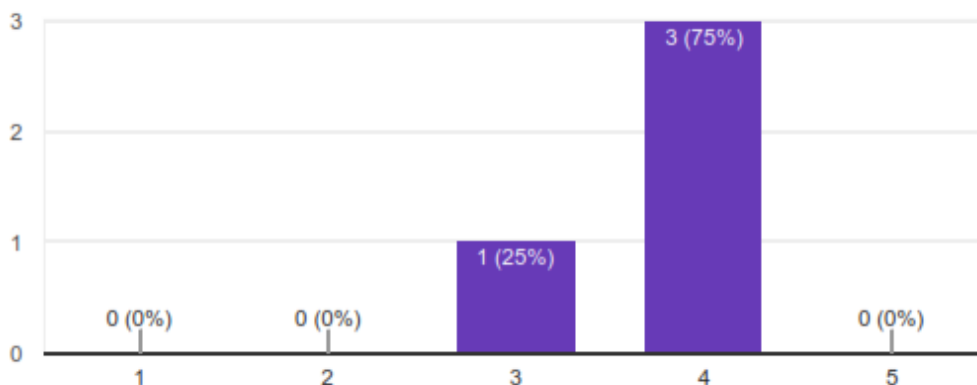
Hoe motiverend was het onderdeel 'Biovergister maken en analyseren' voor de leerlingen?

4 responses



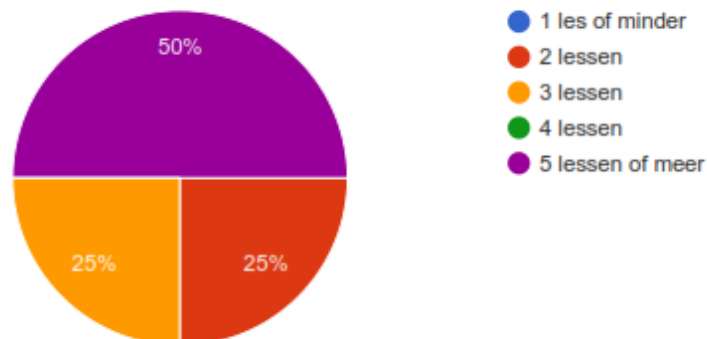
Hoe uitdagend was het onderdeel 'Biovergister maken en analyseren' voor de leerlingen?

4 responses



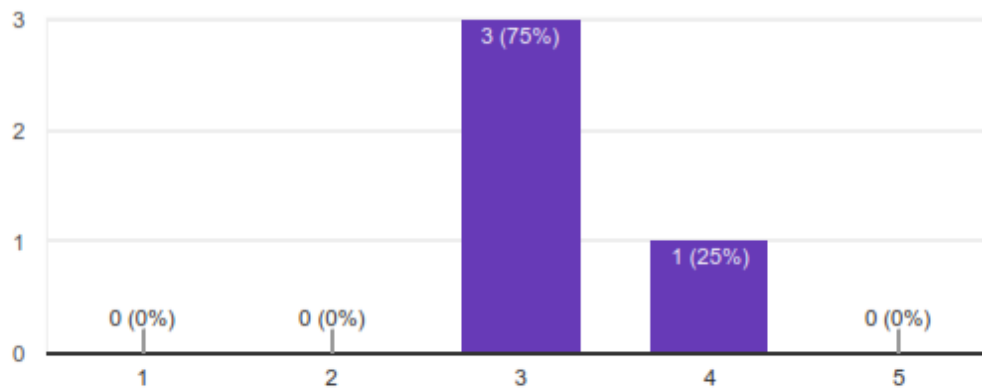
Hoeveel tijd kostte het onderdeel 'Biovergister maken en analyseren' de leerlingen?

4 responses



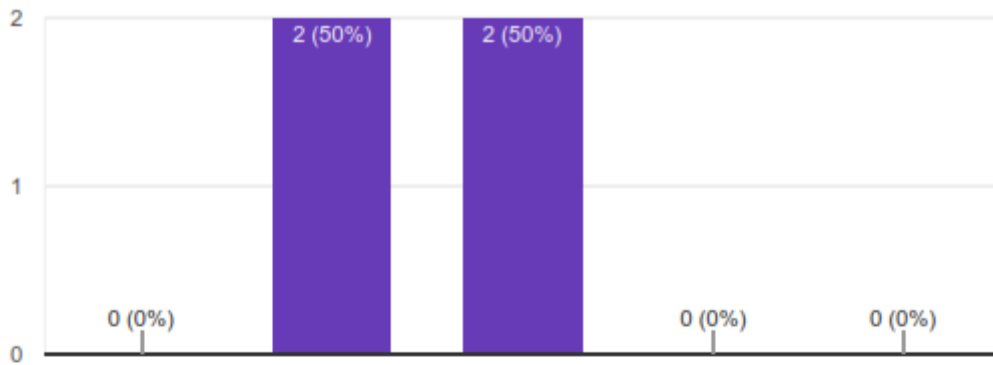
Hoe motiverend was het onderdeel 'Gidsexperiment' voor de leerlingen?

4 responses



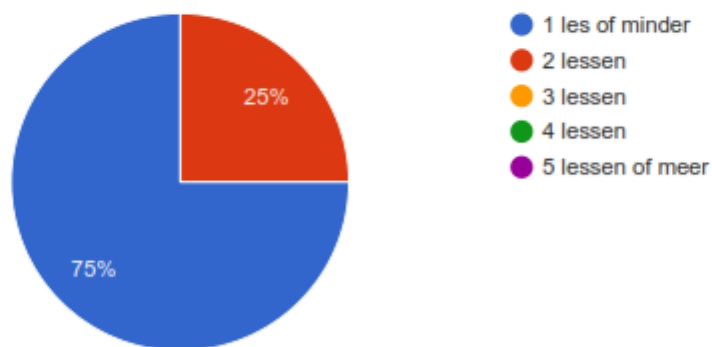
Hoe uitdagend was het onderdeel 'Gidsexperiment' voor de leerlingen?

4 responses



Hoeveel tijd kostte het onderdeel 'Gidsexperiment' de leerlingen?

4 responses

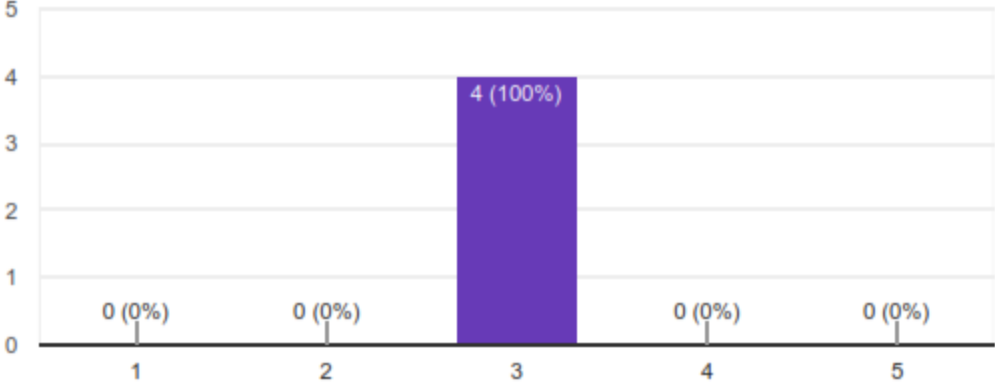


Hoe motiverend was het onderdeel 'Onderzoeksvraag en werkplan maken' voor de leerlingen?

4 responses

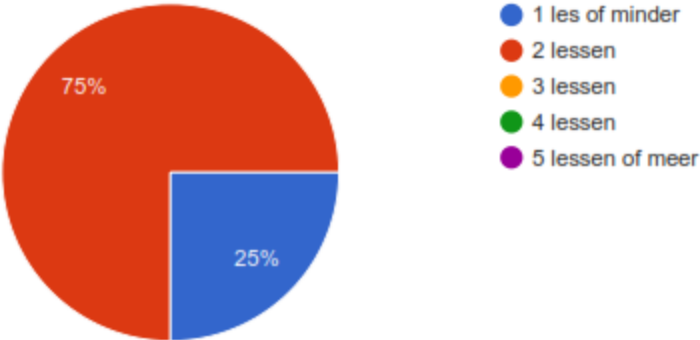
Hoe uitdagend was het onderdeel 'Onderzoeksvraag en werkplan maken' voor de leerlingen?

4 responses



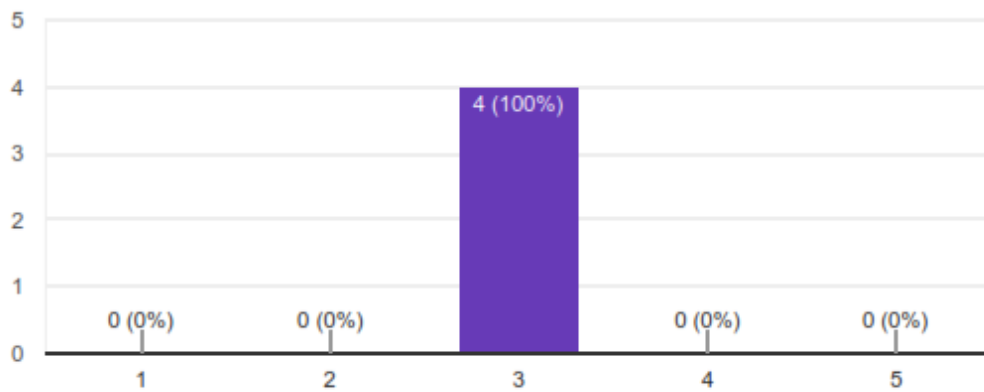
Hoeveel tijd kostte het onderdeel 'Onderzoeksvraag en werkplan maken' de leerlingen?

4 responses



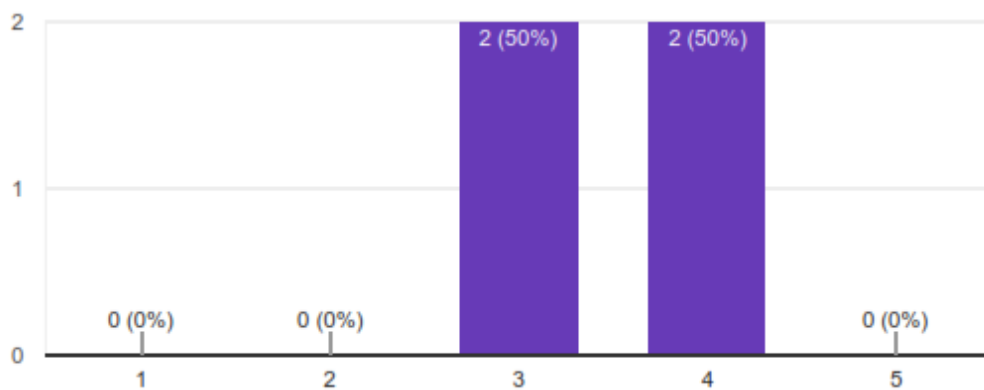
Hoe motiverend was het onderdeel 'Verslag maken' voor de leerlingen?

4 responses



Hoe uitdagend was het onderdeel 'Verslag maken' voor de leerlingen?

4 responses



Hoeveel tijd kostte het onderdeel 'Verslag maken' de leerlingen?

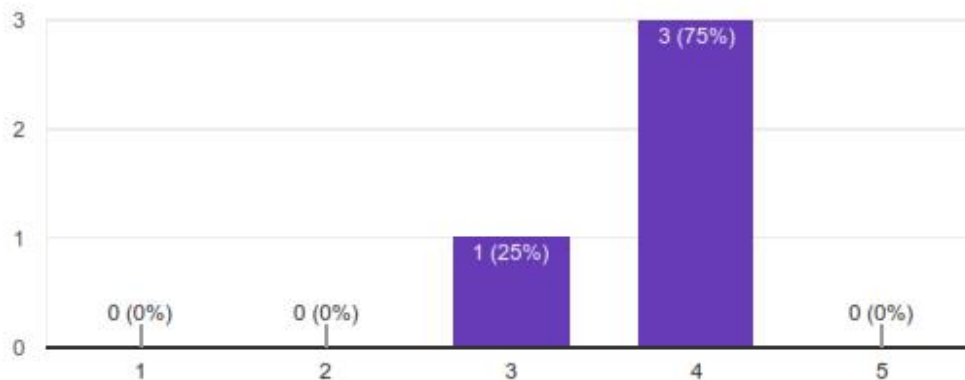
4 responses



- 1 les of minder
- 2 lessen
- 3 lessen

Brachten de bovenstaande onderdelen genoeg afwisseling in de PO 'Duurzaam'?

4 responses



Licht je antwoord over afwisseling toe.

4 responses

de afwisseling zat erin dat ze een keer met iets anders bezig waren t.o.v. de rest van het jaar. Dat ze in groepen moesten werken, normaal meer in tweetallen. De afwisseling was ook het praktisch bezig zijn en theorie uit het boekje halen. En het samenwerken bij twee verschillende vakken.

Ze moeten nadenken, uitvoeren, practicum doen, rekenen, schrijven.

Duurzaamheid staat niet echt dicht bij de II. Door deze opdracht werd het voor veel II duidelijk dat bio en sk met elkaar samenhangen. Bovendien zien II nu ook dat het onderwerp biogas bijdraagt aan duurzaamheid.

als toa voornamelijk met de praktische kant betrokken

Wat is jouw ervaring als docent met de PO 'Duurzaam'? (Denk hierbij

bijvoorbeeld aan diepgang, activerende didactiek en context-concept benadering)

4 responses

Het was voor de IIn een eye-opener om te zien dat biogas ontstaat uit 'gewone' producten. Sommige producten veel (alhoewel dat misschien grotendeels CO2 gas was) en bij andere producten niets. Context voldoende omdat dit natuurlijk nu ook voortdurend in het nieuws is, de alternatieve brandstoffen. Activerend kan misschien nog iets meer uit de verf komen, ze moeten wel veel zelf doen maar het is toch grotendeels nog wel geleid.

De diepgang kan erin zitten, de leerlingen moeten in de inleiding allerlei informatie verwerken, sommige werken dat prima uit, anderen maken zich daar vanaf.

Omdat de IIn allemaal hetzelfde doen met ander afval en daardoor resultaten van elkaar moeten overnemen, wordt het een hele leuke, pittige opdracht. Het pittige zit hem vooral in het achteraf uitrekenen hoeveel biogas er is ontstaan.

Nuttige opdracht.

Nadeel is wel dat er veel II zonder sk/bio bij zitten.

Tweede concrete nadeel is, als gevolg daarvan, dat meerdere docenten erbij betrokken zijn. Meer afstemming onderling is absoluut noodzakelijk.

n.v.t.

Wat zijn jouw verbeterpunten voor de PO 'Duurzaam'?

3 responses

Het gidsexperiment is bedoeld om de leerlingen duidelijk te maken wat "chromatografie" is, omdat het gas dat ontstaat bij de biovergisting wordt geanalyseerd met een gaschromatograaf. Dit kwam er niet helemaal uit, de IIn legden die link niet (zoals ik me herinner)

misschien wat meer actuele (krante)artikelen toevoegen

Kunnen we de IIn nog gemotiveerder krijgen om in deze opdracht te duiken?

Zie boven

Wat zijn jouw pluspunten voor de PO 'Duurzaam'?

4 responses

- samenwerken met biologie
- het actuele onderwerp; biogas

- groepswerk (met 3-4 leerlingen)
- combi praktijk en theorie
- verrassende uitkomsten uit eigen GFT afval

Nadelen:

- door samenwerken twee vakken is goede organisatie nodig; wie doet wat

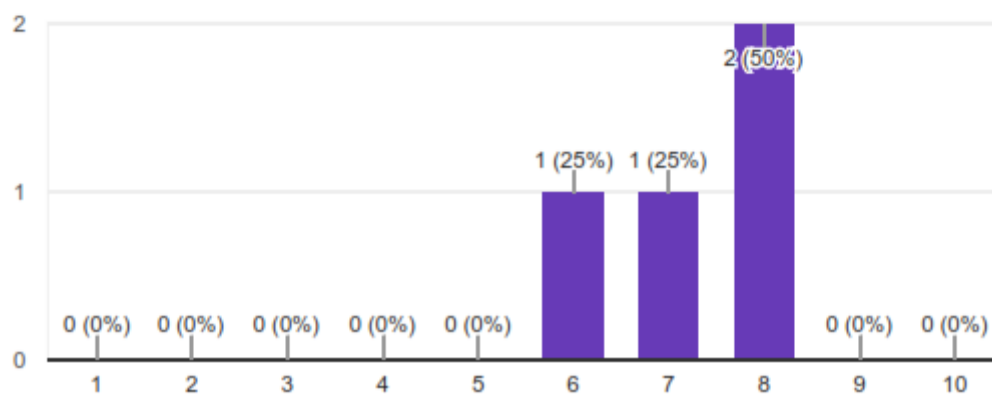
In vanuit een context bezig laten zijn met een aantal facetten van het vak scheikunde.

Bewustwording van het begrip duurzaamheid, samenwerking tussen twee vakken. Bewustwording van het feit dat bij de betavakken het doen van onderzoek (onderzoeksvragen, hypothese etc) hetzelfde is.

zelfstandigheid en eigenaarschap voor de leerlingen.

Wat voor cijfer geef je de PO 'Duurzaam'?

4 responses



PO duurzaam een vakoverstijgende PO van biologie en scheikunde

Inleiding

Anders met energie omgaan

Sinds de ontdekking van aardgas in Slochteren (1959) zit Nederland er warmpjes bij. Letterlijk, want de enorme hoeveelheid aardgas onder de Nederlandse bodem wordt gebruikt om energie op te wekken in de vorm van warmte en elektriciteit (in grote centrales). Ook thuis gebruiken we ons aardgas voor warmte (cv, warm water, gasfornuis). Maar ook figuurlijk zitten we goed, want de binnenlandse verkoop en export van ons aardgas leveren ons elk jaar miljarden euro's op.

Hoewel aardgas een relatief schone brandstof is in vergelijking met bijvoorbeeld stookolie of steenkool, levert het gebruik wel een behoorlijke uitstoot van broeikasgassen op. Daarnaast wordt er steeds minder gas opgepompt omdat blijkt dat de bodem in de provincie Groningen drastisch aan het verzakken is. Daarom zijn bedrijven en overheid al enkele jaren op zoek naar nieuwe, duurzame manieren om energie op te wekken. Die moeten in de plaats komen van de oude fossiele brandstoffen, zoals aardgas.

Eén van die nieuwe, duurzame manieren is biovergisting. Zowel bedrijven als particulieren maken in toenemende mate gebruik van biovergisting als een manier om op een duurzame, CO₂-neutrale manier energie op te wekken. Hoewel biovergisting een bijna verwaarloosbaar percentage van onze energievoorziening uitmaakt, is de techniek interessant vanwege zijn lage grondstofkosten, duurzame opzet en constante kwaliteit.

Biogas: een oeroude energiebron

Biovergisting is als proces niet nieuw. Integendeel: het is een oeroud natuurlijk gegeven dat dood plantaardig en dierlijk materiaal rot, en dat daarbij gassen vrijkomen. Nieuw is dat we dit proces nu gecontroleerd en zo efficiënt mogelijk uitvoeren, om zoveel mogelijk gas te doen ontstaan van zo constant mogelijke kwaliteit.

We optimaliseren de grondstof door goed te mengen tussen verschillende soorten, kiezen de beste temperatuur en vochtigheidsgraad, en beperken de zuurstoftoevoer tot het minimale. Alles om uit de grondstof zoveel mogelijk gassen te laten ontstaan. Die gassen noemen we biogas. En de gecontroleerde installatie waarin we dat doen, is een biogasinstallatie.

Restmateriaal als grondstof

Als grondstof voor biogasproductie kun je eigenlijk alle dierlijke en plantaardige restmaterialen gebruiken. Sommige agrarische bedrijven exploiteren gezamenlijk een biovergistingsinstallatie die hun oogstresten (bijvoorbeeld maïsbladeren) en mest

hergebruiken om biogas te maken. Ook slibresten uit baggerwerkzaamheden, snoeiafval (houtsnippers) en plantaardige industriële stoffen zoals afgewerkt frituurvet kunnen in de biovergistingsinstallatie. Afvalverwerkende bedrijven maken steeds vaker biogas uit het gft-afval dat zij inzamelen in hun regio.



Opwaardering tot groen gas

Met biogas kun je twee dingen doen: direct verbranden om elektriciteit en warmte op te wekken (wat veel gebeurt bij biovergistingsinstallaties in de agrarische sector, bijvoorbeeld bij kassencomplexen), of je kunt het geschikt maken voor toevoeging op het Nederlandse (aard)gasnetwerk. Dat laatste noemen we opwaardering, een chemisch proces waarbij afvalstoffen uit het biogas gehaald worden (ontvochtigen, ontwavelen, verhogen concentratie methaan). Het opgewaardeerde gas heet groen gas.

Deze opwaardering is nodig, omdat apparatuur die op aardgas werkt, niet de hoge concentraties koolstofdioxide in biogas tolereert. Bovendien zijn met name de waterdamp en sulfiden in biogas schadelijk voor de leidingen en de pakkingen in netwerk en apparatuur. Zelfs roestvaststaal corrodeert door de combinatie van H_2S en H_2O .

Netwerk aangepast aan groen gas

Het aardgasnetwerk was tot een paar jaar geleden erg overzichtelijk: het gas werd opgepompt uit de bodem en via distributiestations over een steeds fijner wordend netwerk naar huizen en bedrijven verspreid. Dankzij de opkomst van particuliere groen-gasproductie uit reststoffen (biovergisting) zijn er nu echter behalve de aardgasputten ook honderden plekken in heel Nederland waar kleinere hoeveelheden gas gemaakt worden. Al dat gas moet in de paar opwaardeerinstallaties geschikt gemaakt worden. Soms gaat dat daar per pijpleiding heen, soms is het opwaarderen ter plekke mogelijk en gaat het groene gas direct het aardgasnetwerk in. Er zijn dus veel meer leveranciers van gas op het

netwerk aangesloten dan een paar jaar geleden.

Samenstelling biogas

Biogas bestaat uit methaan (CH_4 , 55 tot 65%) en koolstofdioxide (CO_2 , 35 tot 40%), waterdamp (H_2O , 0 tot 2%), ammoniak (NH_3 , 0 tot 2%) en waterstofsulfide (H_2S , 0 tot 2%).

In de zuiveringsinstallatie wordt biogas opgewerkt tot groen gas, geschikt voor het aardgasnetwerk. Daarbij wordt het biogas ontzwaveld. Dat kan chemisch (bijvoorbeeld met actieve kool), maar ook worden zwaveloxiderende bacteriën toegepast. Ook wordt de koolstofdioxide er grotendeels uit gehaald door middel van permeabel-membraanfiltratie of uitwassen. De laatste stof die uit het biogas gehaald wordt, is de waterdamp. Tot slot voegt men 18 mg/m^3 tetrahydrothiofeen ($\text{C}_4\text{H}_8\text{S}$) toe: dit is de geurstof waardoor je het anders reukloze gas kunt ruiken.

Groen gas bestaat voor 90 tot 98% uit methaan (CH_4). Dat is meer dan bij ons Nederlandse aardgas (82%), dat ook behoorlijke hoeveelheden stikstof (N_2 , 14%), hogere kooldioxiden (3%) en koolstofdioxide (CO_2 , 1 procent) bevat. Overigens verschilt de samenstelling van aardgas per bron: Russisch aardgas bevat bijvoorbeeld fors meer methaan dan het Nederlandse.

Bij de productie van groen gas komt alleen koolstofdioxide vrij die anders bij de rotting van de grondstof ook al vrijgekomen zou zijn. In tegenstelling tot aardgas, dat we diep uit de bodem halen, en waarvan de CO_2 na verbranding 'extra' in de atmosfeer komt. Daarom is groen gas een duurzame energiebron. En aardgas een fossiele brandstof.

Extra: <http://www.watt.nl/media/video/biogas>

Methaan meten

Het methaangas dat ontstaat in de biogasvergister kan gemeten worden met een gaschromatograaf. Je kunt met dit apparaat meten welke gassen er zijn ontstaan en hoeveel van deze gassen zijn ontstaan.

Hoe de gaschromatograaf op school werkt wordt je uitgelegd door de toa. Voor aanvullende uitleg of de precieze werking, zie onderstaande filmpjes.

<https://www.youtube.com/watch?v=L1zlcKAeA74> (vanaf 10.05 min)

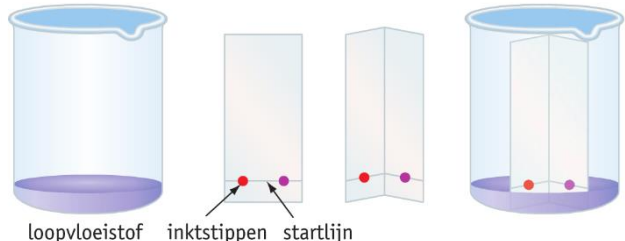
<https://www.youtube.com/watch?v=daz6nIUKIQI>

<https://www.youtube.com/watch?v=DaUIKMKRUXk>

<https://www.youtube.com/watch?v=iX25exzwKhI> (engelse begrippen maar zeer goed te volgen!)

Om precies de werking van chromatografie weer even op te frissen gaan we een kort proefje doen, het zogenaamde gidsexperiment. (zie proevenblad)

Practicum gidsexperiment

Proef:	papierchromatografie	
Namen:		
Doel van de proef of onderzoeksvraag:	je onderzoekt of de kleurstof in viltstiften een mengsel is of een zuivere stof	
Benodigdheden:	Chemicaliën lijst	Materialen lijst
	- spuitfles met gedestilleerd water	- maatcilinder 10 ml - bekeerglas 100 ml - Filtreerpapier (5*7cm) - liniaal - stiften
Uitvoering:	<p>Uitvoering</p> <ol style="list-style-type: none"> 1 Neem een strook filtreerpapier en vouw het over de lengte dubbel. 2 breng op 1 cm van de onderkant van het papiertje een potloodstreep. (dit is de startlijn) <div style="text-align: center;">  <p style="text-align: center;">loopvloeistof inktstippen startlijn</p> </div> <ol style="list-style-type: none"> 3 Breng op de startlijn 2 kleine stippen aan van verschillende kleuren. 4 Schenk 10 ml gedestilleerd water in het bekeerglas mbv een maatcilinder. 5 breng het papier in het bekeerglas en zorg ervoor dat het papier niet tegen de wand van het bekeerglas aankomt. 6 laat de strook zolang staan tot de loopvloeistof tot ongeveer 1 cm van de bovenkant in het papier is gestegen. 7 Haal de strook uit het bekeerglas. 8 Geef met een potloodlijn aan hoe hoog de loopvloeistof is gestegen. 9 Droog het papiertje door te deppen met papier. 	
Resultaten/ waarnemingen:		

Conclusie:	
Vragen bij de proef:	<p>A wat zal er gebeuren als de kleurstofstippen niet boven maar juist in de loopvloeistof staan?</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>B welke kleurstof stijgt het hoogst in het papier?</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>—</p> <p>C welke viltstiften zijn mengkleuren, welke zuivere kleuren?</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>—</p> <p>D Van welke stofeigenschappen maakt chromatografie gebruik?</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>—</p> <p>E Leg uit wat je verstaat onder de mobiele fase en de stationaire fase</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>—</p>

De opdracht

Het is de bedoeling dat je met je groepje (die al is ingedeeld!) een biogasvergister gaat maken, die methaan kan produceren uit gft-afval. Dit doe je op kleine schaal, in een erlenmeyer. Doordat ieder groepje een ander soort gft-afval gebruikt kun je gaan vergelijken welk soort afval het meest geschikt is om methaan te kunnen produceren.

Omdat dit een onderwerp is dat bij de vakken biologie en scheikunde voorkomt, wordt voor beide vakken tijd beschikbaar gesteld in de weken 24 (12/6) en 25 (19/6). Dus tijdens de lessen biologie en scheikunde kan aan de opdracht gewerkt worden (10-12 lessen in totaal). Het kan echter zijn dat je soms tussen de lessen door naar je opstelling moet kijken of er iets is gebeurd en het kan dan ook zijn dat je notities moet maken.

Als er een les uitvalt is het de bedoeling dat je (gezamenlijk) verder werkt aan de opdracht!

De biogasvergister is een standaard opstelling die voor iedereen hetzelfde is met dezelfde materialen. Alleen dan kun je een vergelijking maken met de andere groepen. Ook de hoeveelheid gft-afval dat gebruikt gaat worden is voor iedereen hetzelfde, evenals de temperatuur en de hoeveelheid water dat toegevoegd wordt.. Het enige dat varieert is de soort gft-afval. Ieder groepje neemt een bepaald soort gft-afval mee om bij de proef te gebruiken. Dit wordt verzameld in een tabel zodat ieder groepje een ander soort afval meebrengt.

De onderzoeksvraag moet je zelf opstellen. Vervolgens stelt iedere groep een hypothese op. De werkwijze moet je ook zelf opstellen. Bekijk goed welk materiaal er al is gegeven.

De onderzoeksvraag en de werkwijze worden op papier ingeleverd en beoordeeld.

Daarna worden ze klassikaal besproken zodat iedereen dezelfde onderzoeksvraag en dezelfde werkwijze heeft. Anders kunnen de resultaten niet goed met elkaar vergeleken worden.

Vervolgens wordt de proef uitgevoerd en de resultaten van alle groepen verzameld. Er wordt een onderbouwde conclusie getrokken en teruggekeken naar de hypothese. Als laatste volgt er een discussie waarin m.b.v. de theorie naar fouten wordt gekeken en aanbevelingen worden gedaan voor verbeterpunten en vervolgonderzoek.

Van de opdracht wordt per groepje een verslag verwacht. Deze moet uiterlijk 30 juni om 16.00 uur ingeleverd zijn, via IL.

De planning:

Maandag 12 juni

3^e of 5^e uur biologie

Uitleg PO. Afspraken maken welk afval elk groepje gebruikt. **Zelf afval meenemen op donderdag 15 juni.** Begin maken met opstellen van onderzoeksvraag en werkplan

Dinsdag of woensdag 13 of 14 juni

2^e of 6^e uur op dinsdag of 6^e uur op woensdag

Inleveren onderzoeksvraag en werkplan. Dit telt mee (zie beoordeling)

Donderdag 15 juni

4^e of 7^e uur biologie

Inzetten biovergister. **Denk eraan: neem zelf je afval mee! Maak daarover afspraken!**

Donderdag 15 juni

5^e of 6^e uur

Gidsexperiment chromatografie. Samen een onderzoeksvraag opstellen.

Maandag 26 juni

3^e of 5^e uur biologie (eventueel uitloop naar SK les)

De hoeveelheid gas meten en analyseren. De waarnemingen worden in een tabel gezet en alle waarnemingen moeten door elke groep verwerkt worden.

Tijdens de overige lessen: werken aan verslag of de oefenvragen voor de TW. Bekijk regelmatig de biovergister.

Vrijdag 30 juni

Inleveren verslag via IL voor 16.00 uur

Verslag:

Wat moet er minimaal in je verslag:

- **Voorblad:** met titel proef, namen, vak, datum, docent
- **Inleiding:** hierin vermeld je de theorie bij de gebruikte proef. Vat alles kort en bondig samen.
- **Onderzoeksvraag:** beschrijf kort en concreet wat je gaat onderzoeken
- **Werkwijze en benodigdheden:** Teken eventueel hier de opstelling van de proef en beschrijf kort hoe je de proef hebt gedaan. Vergeet niet te vermelden welk soort afval je hebt gebruikt.
- **Resultaten:** Noteer hier overzichtelijk je waarnemingen.
- **Conclusie:** Geef hierbij duidelijk antwoord op de onderzoeksvraag
- **Discussie:** Hoe verliep de proef, wat ga je de volgende keer anders doen, aanbevelingen vervolgonderzoek, wat heb je geleerd. De discussie gaat over meer dan alleen de samenwerking.

Zie voor het verslag ook de bijlage. Hierin is geprobeerd om op een eenvoudige manier het doen van onderzoek en/of het maken van een verslag te verduidelijken.

Beoordeling:

voorblad	0	1	2	
Inleiding				
Wat verstaan we onder duurzame energie	0	1	2	
Waarom overstap fossiel/duurzaam	0	1	2	3
Uitleg biovergister	0	1	2	3
Uitleg gaschromatograaf	0	1	2	3
Inleiding in eigen woorden	0	1	2	3
Inleiding in een goed lopend verhaal	0	1	2	
Onderzoeksvraag (vooraf ingeleverd)				
Eenduidig en specifiek	0	1	2	3
Hypothese				
Wat verwacht je?	0	1	2	
Werkplan (vooraf ingeleverd)				
Werkwijze puntsgewijs en opstelling proef	0	1	2	3
Benodigdheden, volledig	0	1	2	
Resultaten				
Waarneming tijdens proef	0	1	2	
Overzichtelijke tabel	0	1	2	3
Conclusie , beantwoorden onderzoeksvraag	0	1	2	3
Discussie				
Samenwerking	0	1	2	
Hoe verliep proef, wat ga je anders doen	0	1	2	
Aanbevelingen	0	1	2	
Wat heb je geleerd?	0	1		
Te laat inleveren	-1	0		

Indeling groepen:

Let op:

De groepen zijn zo eerlijk mogelijk ingedeeld. Sommige IIn hebben alleen biologie, sommigen hebben alleen sk. Er zit in iedere groep altijd 1 persoon die beide vakken heeft. De IIn zitten of bij biologie of bij scheikunde bij elkaar. Jullie kunnen dus altijd 3x in de week overleg voeren, afspraken maken en taken verdelen.

Leerlingen biologie cluster 1

1. Ylva Bekhuis(bi), Nibras Abdallah, Linn Everlo
2. Elke Heslinga(bi), Noa de Heer, Stan Morskieft, Daniel Siegmund
3. Elke Hoek(bi), Eva Hulskotte, Aren Serkisyan
4. Femke Meijer(bi), Denis Huskic, Jonne Huusken, Linde Talsma (moh)
5. Pien Kamphuis, Tess Koopmans, Mik Bakkum(sk)
6. Simon Kelder, Lauraine Kolmschot, Maureen Kuiphuis, Yvar Steggink (moh)
7. Michelle Kolmschot, Sharel Meijer, Rosan Olde Rikkert (moh)
8. Elke Oude Engberink, Bella Nduwimana, Giovanni vd Hoek (sk)
9. Amber Oude Voshaar, Niels Wesselink(sk), Anouk Tijink, Madelijne Schothans

Leerlingen biologie cluster 2

10. Bob Filart, Lieke Hesselink(sk), Bart Oerbekke,
11. Joost Reuvers(sk), Luuk Westerhof(sk), Merle Vellener
12. Mirthe Bernds(bi), Stijn Hans, Kim Tieman, Nick Schuurman (moh)
13. Lindsay Boertien(bi), Niels Kreuwel, Isa vd Meijden (moh)
14. Carmen Flokstra(bi), Norbert Hoekstra, Anne Weber (bi) (moh)
15. Thijs Kampkuiper(bi), Jelmer Waaijer, Fleur Lenferink(bi), (moh)
16. Beau Schorren(bi), Nathalie Meijer, Stijn Rikmanspoel, Laura Groothuis(bi) (moh)
17. Wenke Vlierman(bi), Donik Sepoyan , Christy Vonk (bi) (moh)
18. Tim Voorhuis(bi), Rita Youssif, Fleur Zuithof(bi) (moh)

Werkplanformulier (niet voldoende ruimte? Gebruik de achterkant)

Namen:
Klas:
Onderzoeksvraag:
Werkwijze:
Benodigd materiaal bij experiment (wees volledig):

Het maken van een verslag

Inleiding

Wat is de aanleiding voor het onderzoek?

- Theorie
- Voorkennis
- Gebeurtenis
- Artikel

Probleemstelling

- Wat is het probleem of onderwerp?
- Is geen vraag
- Kan meer dan 1 zin zijn

Hypothese

- Wat verwacht je als antwoord op je onderzoeksvraag?
- Maak een zin: als.....dan.....

Onderzoeksvraag

- Wat wil je onderzoeken?
- Eventueel deelvragen

Werkwijze

Wat ga je doen? Voorschrift/schema/tekening

Benodigheden

- Wat heb je nodig?
- Opsomming van stoffen
- Opsomming van materialen

Conclusie

- Wat is het antwoord op je onderzoeksvraag? Gebruik daarbij de resultaten
- Geef aan of je hypothese klopt

Resultaten

- Wat heb je waargenomen/gemeten?
- Geef dit overzichtelijk weer in een tabel/diagram
- In geval van berekeningen hier uitwerken
- Let op: geen conclusie trekken!

Discussie

- Hoe kun je je conclusies onderbouwen met theorie?
- Hoe nauwkeurig zijn jou waarnemingen/metingen en hoeveel invloed heeft dit op jouw resultaten?
- Wat kun je verbeteren aan je onderzoek?
- Mogelijkheden voor verder onderzoek

PO Duurzaam

4 HAVO - Een vakoverstijgende praktische opdracht van biologie en scheikunde



Meneer Berning
Meneer Kokke
Mevrouw Mondeel
Mevrouw Velthof
Meneer Verhoeven
Meneer Bonnema

Inhoudsopgave

1. Planning.....	80
2. Inleiding	81
3. Opdracht	82
3.1 Bronnenonderzoek.....	83
3.2 Gidsexperiment	83
3.3 Onderzoeksvraag en werkplan maken.....	85
3.4 Klassendiscussie.....	85
3.5 Verslag	85
3.6 Pitch.....	85
4. Beoordelingsformulier.....	86
5. Indeling groepen.....	87
6. Werkplanformulier	88
7. Het maken van een verslag.....	89

1. Planning

Voor deze praktische opdracht zijn een aantal deadlines vastgesteld. De bijbehorende opdracht worden nader toegelicht in dit boekje. Tijdens de overige lessen van zowel scheikunde als biologie kan er gewerkt worden aan het verslag of de oefenvragen voor de toetsweek. Vergeet niet regelmatig de biovergister te bekijken!

Tabel 23: Overzicht praktische opdracht

Wat?	Wanneer?
Start PO	11 juni
Inleveren bronnenonderzoek	14 juni
Inleveren onderzoeksvraag en werkplan	15 juni
Klassendiscussie	18 juni
Afval meenemen en inzetten biovergister	18&19 juni
Gidsexperiment	18&19 juni
Analyseren en meten hoeveelheid gas	25 juni
Afbreken en opruimen experiment	25 juni
Inleveren verslag	27 juni
Pitch	29 juni
Analyse en evaluatie	29 juni

2. Inleiding

Sinds de ontdekking van aardgas in Slochteren (1959) zit Nederland er warmpjes bij. Letterlijk, want de enorme hoeveelheid aardgas onder de Nederlandse bodem wordt gebruikt om energie op te wekken in de vorm van warmte en elektriciteit (in grote centrales). Ook thuis gebruiken we ons aardgas voor warmte (cv, warm water, gasfornuis). Maar ook figuurlijk zitten we goed, want de binnenlandse verkoop en export van ons aardgas leveren ons elk jaar miljarden euro's op.

Echter, begin 2018 verscheen na verscheidende klachten van Groningse bewoners het volgende bericht in de krant:



Gaswinning in Groningen moet flink worden verminderd, minister Wiebes staat voor het blok

De gaswinning in Groningen moet flink worden verminderd omwille van de veiligheid. Dat stelt het Staatstoezicht op de Mijnen (SodM). Na de hevige aardbeving bij Zeerijp, afgelopen maandag, is voor het aardbevingsgebied 'code rood' van kracht, het hoogste alarmeringsniveau. Daarmee staat minister van Economische Zaken en Klimaat, Eric Wiebes (VVD), voor het blok.

Jurre van den Berg 11 januari 2018, 16:23

Figuur 7: Volkskrant, 11 januari 2018

De overheid moet omwille van de veiligheid de gaskraan in Groningen dichtdraaien. Dit betekent dat Nederland de komende jaren op zoek moet gaan naar nieuwe brandstoffen. De fossiele brandstoffen, zoals olie, raken op. Daarnaast speelt het milieu een steeds grotere rol. De opwarming van de aarde zorgt er voor dat het milieu er steeds meer op achteruit gaat. Daarom wordt de vraag naar duurzame energie steeds groter. Steeds meer wordt er gebruik gemaakt van vernieuwende, duurzame brandstoffen als windenergie en zonneenergie. Een andere optie van duurzame energie is biovergisting. Zowel bedrijven als particulieren maken in toenemende mate gebruik van biovergisting als een manier om op een duurzame, CO₂-neutrale manier energie op te wekken. Hoewel biovergisting een bijna verwaarloosbaar percentage van onze energievoorziening uitmaakt, is de techniek interessant vanwege zijn lage grondstofkosten, duurzame opzet en constante kwaliteit. Het resultaat van biovergisting is biogas; een oeroude energiebron.

3. Opdracht

Deze praktische opdracht 'Duurzaam' bestaat uit meerdere onderdelen, welke je met je groepje zult gaan uitvoeren. De groepjes voor deze praktische opdracht zijn al ingedeeld. Het hoofdonderdeel van deze praktische opdracht bestaat uit het bouwen en analyseren van een biovergister. Dit doe je op kleine schaal, in een erlenmeyer. Doordat ieder groepje een ander soort gft-afval gebruikt kun je gaan vergelijken welk soort afval het meest geschikt is om methaan te kunnen produceren. Alle onderdelen van de praktische opdracht staan hieronder weergegeven, deze zullen later worden toegelicht:

1. Bronnenonderzoek 'Biogas'
2. Het gidsexperiment 'De link tussen methaangas en chromatografie'
3. Biovergister bouwen en analyseren 'Methaan uit GFT-afval'
4. Onderzoeksvraag en werkplan maken
5. Klassendiscussie 'Onderzoeksvraag'
6. Verslag maken
7. Pitch

Omdat dit een onderwerp is dat bij de vakken biologie en scheikunde voorkomt, wordt voor beide vakken tijd beschikbaar gesteld in de weken 24 (11/6), 25 (18/6) en 26 (25/6). Dus tijdens de lessen biologie en scheikunde kan aan de opdracht gewerkt worden (10-12 lessen in totaal). Het kan echter zijn dat je soms tussen de lessen door naar je opstelling moet kijken of er iets is gebeurd en het kan dan ook zijn dat je notities moet maken.

Als er een les uitvalt is het de bedoeling dat je (gezamenlijk) verder werkt aan de opdracht!

Deze praktische opdracht begint met een bronnenonderzoek. Het is de bedoeling dat je met je groepje op het internet op zoek gaat naar de oorsprong van biogas. Wat is biogas nu precies, waar wordt het voor gebruikt en hoe zit het processchema in elkaar.

Vervolgens zal het gidsexperiment plaatsvinden. Dit is een experiment over chromatografie. De link tussen chromatografie en biogas dien je duidelijk te vermelden in je verslag.

De biogasvergister is een standaard opstelling die voor iedereen hetzelfde is met dezelfde materialen. Alleen dan kun je een vergelijking maken met de andere groepen. Ook de hoeveelheid gft-afval dat gebruikt gaat worden is voor iedereen hetzelfde, evenals de temperatuur en de hoeveelheid water dat toegevoegd wordt.. Het enige dat varieert is de soort gft-afval. Ieder groepje neemt een bepaald soort gft-afval mee om bij de proef te gebruiken. Dit wordt verzameld in een tabel zodat ieder groepje een ander soort afval meebrengt.

De onderzoeksvraag moet je zelf opstellen. Vervolgens stelt iedere groep een hypothese op. De werkwijze moet je ook zelf opstellen. Bekijk goed welk materiaal er al is gegeven. De onderzoeksvraag en de werkwijze worden op papier ingeleverd en beoordeeld.

Daarna worden ze klassikaal besproken zodat iedereen dezelfde onderzoeksvraag en dezelfde werkwijze heeft. Anders kunnen de resultaten niet goed met elkaar vergeleken worden.

Vervolgens wordt de proef uitgevoerd en de resultaten van alle groepen verzameld. Er wordt een onderbouwde conclusie getrokken en teruggekeken naar de hypothese. Als laatste volgt er een discussie waarin m.b.v. de theorie naar fouten wordt gekeken en aanbevelingen worden gedaan voor verbeterpunten en vervolgonderzoek.

Van de opdracht wordt per groepje een verslag en een pitch (presentatie van 2 minuten) verwacht.

Het verslag moet uiterlijk 27 juni om 16.00 uur via IL ingeleverd zijn.

3.1 Bronnenonderzoek

Het bronnenonderzoek dat jullie in moeten leveren gaat over biogas. Hierbij dienen jullie op internet op zoek te gaan naar antwoorden op de volgende vragen:

1. Wat is de oorsprong van biogas?
2. Hoe ontstaat biogas?
3. Wat zijn de toepassingen van biogas?
4. Hoe wordt biogas gebruikt in het Nederlandse aardgasnetwerk?
5. Wat is de samenstelling van biogas?

Daarnaast moeten jullie een processchema maken, waarin de verschillende stappen van het omzetten van GFT-afval naar biogas in huis worden weergegeven. Tot slot moeten jullie kort drie andere vormen van duurzaamheid en hun toepassing omschrijven. Dit bronnenonderzoek zal de inleiding vormen voor je verslag en moet al eerder worden ingeleverd.

Zorg ervoor dat het bronnenonderzoek is geschreven in een verhaal, waarbij de bovenstaande deelvragen worden beantwoord. Dit verhaal dient minimaal 2 A4-tjes te zijn, exclusief de bronvermelding. De bronvermelding dient tegelijk te worden ingeleverd met de rest van het bronnenonderzoek. Schrijf dit verhaal in eigen woorden, zonder plagiaat.

Deadline inleveren bronnenonderzoek: **donderdag 14 juni 16.00 uur via IL.**

3.2 Gidsexperiment

Het methaangas dat zal ontstaan in de biogasvergister kan gemeten worden met een gaschromatograaf. Je kunt met dit apparaat meten welke gassen zijn ontstaan en hoeveel van elk gas is ontstaan. De werking van de gaschromatograaf dien je uit te leggen in je verslag. Daarnaast moet je de link beschrijven tussen chromatografie en het biogas ook duidelijk benoemen in je verslag.

Om precies de werking van chromatografie weer op te frissen, is het gidsexperiment met papierchromatografie opgesteld. Dit is te vinden op de volgende pagina. Na het experiment moeten jullie antwoord geven op de volgende vragen, deze moeten terugkomen in het verslag.

1. Wat zijn je resultaten/waarnemingen?
2. Wat is de conclusie op de onderzoeksvraag?
3. Wat zal er gebeuren als de kleurstofstippen niet boven maar juist in de loopvloeistof staan?
4. Welke kleurstof stijgt het hoogst in het papier?
5. Welke viltstiften zijn mengkleuren, welke zuivere kleuren?
6. Van welke stofeigenschappen maakt chromatografie gebruik?
7. Leg uit wat je verstaat onder de mobiele fase en de stationaire fase.
8. Hoe werkt een gaschromatograaf precies?
9. Beschrijf de link tussen gaschromatografie en biogas.

Het gidsexperiment zal plaatsvinden op **maandag 18 en dinsdag 19 juni.**

Tabel 24: Practicum gidsexperiment

Proef	Papierchromatografie
Namen	
Doel van de proef	Onderzoeken of de kleurstof in viltstiften een mengsel is of een zuivere stof
Benodigdheden	<i>Chemicaliën lijst</i>
	<ul style="list-style-type: none"> • Spuitfles gedestilleerd water
	<i>Materialen lijst</i>
	<ul style="list-style-type: none"> • Maatcilinder 10 ml • Bekerglas 100 ml • Filtreerpapier (5*7 cm) • Liniaal • Viltstiften
Uitvoering	<ol style="list-style-type: none"> 1. Neem een strook filtreerpapier en vouw het over de lengte dubbel. 2. breng op 1 cm van de onderkant van het papiertje een potloodstreep. (dit is de startlijn) 3. Breng op de startlijn 2 kleine stippen aan van verschillende kleuren. 4. Schenk 10 ml gedestilleerd water in het bekerglas mbv een maatcilinder. 5. Breng het papier in het bekerglas en zorg ervoor dat het papier niet tegen de wand van het bekerglas aankomt. 6. laat de strook zolang staan tot de loopvloeistof tot ongeveer 1 cm van de bovenkant in het papier is gestegen. 7. Haal de strook uit het bekerglas. 8. Geef met een potloodlijn aan hoe hoog de loopvloeistof is gestegen. 9. Droog het papiertje door te deppen met papier.

3.3 Onderzoeksvraag en werkplan maken

De onderzoeksvraag voor de biovergister moet je zelf opstellen. Vervolgens stelt iedere groep een hypothese op, oftewel wat verwachten jullie dat er gaat gebeuren. Voor het bouwen en analyseren van de biogasvergister moeten jullie ook zelf een werkwijze opstellen. Bekijk goed welk materiaal er al is gegeven.

De onderzoeksvraag en de werkwijze worden op papier ingeleverd en beoordeeld.

Deadline inleveren onderzoeksvraag en werkplan: **vrijdag 15 juni 16.00 uur via IL.**

3.4 Klassendiscussie

Daarna worden de ingeleverde onderzoeksvragen en werkwijzes klassikaal besproken zodat iedereen dezelfde onderzoeksvraag en dezelfde werkwijze heeft. Anders kunnen de resultaten niet goed met elkaar vergeleken worden.

Na de klassendiscussie zullen de biovergisters worden ingezet. De discussie zal plaatsvinden op **maandag 18 juni.**

3.5 Verslag

Wat moet er minimaal in je verslag:

- **Voorblad:** met titel proef, namen, vak, datum, docent
- **Inleiding:** hierin vermeld je de theorie bij de gebruikte proef. Vat alles kort en bondig samen.
- **Bronnenonderzoek:** vat hierin kort de relevante punten van je bronnenonderzoek samen.
- **Onderzoeksvraag:** beschrijf kort en concreet wat je gaat onderzoeken
- **Werkwijze en benodigheden:** Teken eventueel hier de opstelling van de proef en beschrijf kort hoe je de proef hebt gedaan. Vergeet niet te vermelden welk soort afval je hebt gebruikt.
- **Resultaten:** Noteer hier overzichtelijk je waarnemingen.
- **Conclusie:** Geef hierbij duidelijk antwoord op de onderzoeksvraag
- **Discussie:** Hoe verliep de proef, wat ga je de volgende keer anders doen, aanbevelingen vervolgonderzoek, wat heb je geleerd. De discussie gaat over meer dan alleen de samenwerking.

Zie voor het verslag ook de bijlage. Hierin is geprobeerd om op een eenvoudige manier het doen van onderzoek en/of het maken van een verslag te verduidelijken.

De deadline voor het verslag: **woensdag 27 juni 16.00 uur via IL.**

3.6 Pitch

Per groepje ga je een pitch houden, dat wil zeggen een korte presentatie waarin jullie je resultaten en conclusies presenteren aan de rest. Dit duurt maximaal 2 minuten. Voor de rest mogen jullie zelf invullen hoe je de pitch gaat doen.

De pitch zal plaatsvinden op **vrijdag 29 juni.**

4. Beoordelingsformulier

Tabel 25: Beoordelingsformulier

Voorblad	0	1	2	
Inleiding				
<i>Algemeen</i>				
Wat verstaan we onder duurzame energie	0	1	2	
Waarom overstap fossiel/duurzaam	0	1	2	3
Uitleg biovergister	0	1	2	3
Uitleg gaschromatograaf	0	1	2	3
Link tussen gaschromatograaf en biovergister	0	1	2	3
Inleiding in eigen woorden	0	1	2	3
Inleiding in een goedlopend verhaal	0	1	2	
<i>Bronnenonderzoek (vooraf ingeleverd)</i>				
Oorsprong biogas	0	1	2	
Ontstaan biogas	0	1	2	3
Toepassingen biogas	0	1	2	3
Biogas in Nederland	0	1	2	3
Samenstelling biogas	0	1	2	3
Onderzoeksvraag (vooraf ingeleverd)				
Eenduidig en specifiek	0	1	2	3
Hypothese				
Wat verwacht je?	0	1	2	
Werkplan (vooraf ingeleverd)				
Werkwijze puntsgewijs en opstelling proef	0	1	2	3
Benodigdheden, volledig	0	1	2	
Resultaten				
Waarneming tijdens proef	0	1	2	
Overzichtelijke tabel	0	1	2	3
Conclusie				
Beantwoorden onderzoeksvraag	0	1	2	3
Discussie				
Samenwerking	0	1	2	
Hoe verliep de proef, wat kan beter	0	1	2	
Aanbevelingen	0	1	2	
Wat heb je geleerd?	0	1		
Pitch				
Kort en bondig	0	1	2	
Kennis van het onderwerp	0	1	2	3
Te laat inleveren	-2	0		
Bonus				
Inzet	0	1	2	
Deadlines op tijd	0	1	2	

5. Indeling groepen

De groepen zijn zo eerlijk mogelijk ingedeeld. Sommige leerlingen hebben alleen biologie, sommigen hebben alleen scheikunde. Er zit in iedere groep altijd 1 persoon die beide vakken heeft. De leerlingen zitten of bij biologie of bij scheikunde bij elkaar. Jullie kunnen dus altijd 3x in de week overleg voeren, afspraken maken en taken verdelen.

SK cluster 1 (vee)/ BIO cluster 1:

1. Darius Eilyo, Bob Filart, Lyn Kuipers, Femke Meijer (geen sk)
2. Sarkis Akob, Irin Wienk, Loran Geelen, Eva Geers (geen sk)

SK cluster 2 (vee)/ BIO cluster 1:

3. Susan Bekhuis, Yorick Breteler, Rick Horstman
4. Bo Krijnen, Tim Weghorst, Anne Dijkhuis, Lester Veldhof
5. Lotte Werger, Merel Zwetsloot, Wik Sander (geen sk), Kay Rolefes

SK cluster 3 (vee)/ BIO cluster 1:

6. Maria Bakker, Mart Slaghuis, Steven Wulferink, Kim Tieman (geen sk)

SK cluster 1 (moh)/ BIO cluster 2:

7. Pien van Melis, Tim Mulder, Ruud Scholten, Birgit Stamsnieder

SK cluster 2 (moh)/ BIO cluster 2:

8. Niels Groothuis, Kirsten Hofhuis, Pim Holtkamp, Sander Kamphuis, Danell Eppink
9. Mart Kokhuis, Mart Oelering, Marell Slag, Amke Telgenhof (geen sk)
10. Teun van Wanrooij, Bram Wolthuis, Lotte Westerhof (geen sk), Nell Kuipers

SK cluster 3 (moh)/ BIO cluster 2:

11. Lynn Bisschop, Lotte Boswerger, Gijs Dierink, Linn Everlo
12. Danny Fox, Minouk Hilgenberg, Loes Kokhuis, Marijn van Leeuwen, Lieke Leushuis
13. Maria Markosyan, Margriet Reuvers, Vera Rikmanspoel, Dwight Sand, Ravi Bolkesteijn (geen sk)

SK cluster 1 (moh)/ BIO cluster 3:

14. Beyaz Akob, Marleen Hannink, Nienke Hutten, Myrthe Velthof (geen sk)
15. Shauni Paus, Naomi vd Tuin, Lisa vd Veen (geen sk), Bregje Breukers, Meike Pegge (geen sk)
16. Isa Kottink, Jette vd Wal, Lotte Wissink (geen sk), Jewa Nersisyan

SK cluster 2 (vee)/ BIO cluster 3:

17. Maud Bolk, Bart Grootte Bromhaar (geen bio), Maarten Lohuis (geen bio)

SK cluster 3 (vee)/ BIO cluster 3:

18. Luc Elferink, Emma Haarman, Nick Hannink, Jorn Heidkamp
19. Maaïke Hemmer, Sanne Holtkamp, Sophie Koster, Sem Kuipers (geen sk)
20. Wies Kuipers, Mirte Nijhuis, Brechtje in het Veld, Anou Oude Moleman (geen sk), Stan van Heumen

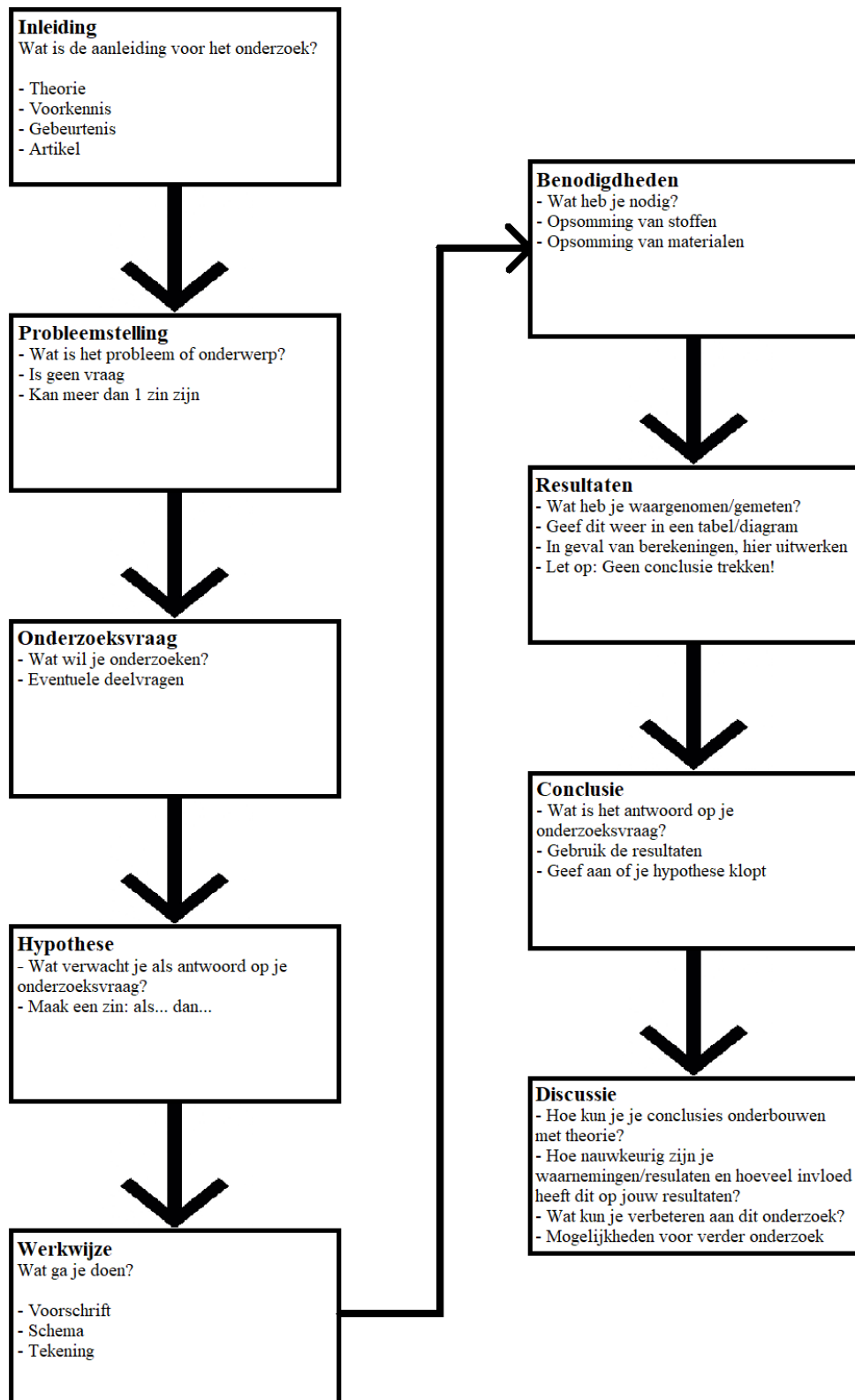
6. Werkplanformulier

N.B. Gebruik bij onvoldoende ruimte de achterkant van dit formulier

Namen:
Klas:
Onderzoeksvraag:
Werkwijze:
Benodigd materiaal bij experiment (wees volledig):

7. Het maken van een verslag

Het maken van een verslag bestaat uit verschillende stappen. Deze zijn hieronder in een blokschema weergegeven.



Figuur 8: Blokschema Verslag

12.7 Evaluatie herontwerp leerlingen 'Duurzaam'

Evaluatie leerlingen 'Duurzaam' - 2018

Evaluatie van de praktische opdracht 'Duurzaam' door 4 Havo-leerlingen van het St. Canisius te Almelo

1. Hoe motiverend vond je het onderdeel 'Bronnenonderzoek Biogas'?

Mark only one oval.

	1	2	3	4	5	
Niet motiverend	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Zeer motiverend

2. Hoe uitdagend vond je het onderdeel 'Bronnenonderzoek Biogas'?

Mark only one oval.

	1	2	3	4	5	
Niet motiverend	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Zeer motiverend

3. Hoe veel tijd kostte het onderdeel 'Bronnenonderzoek Biogas'?

Mark only one oval.

- 1 les of minder
- 2 lessen
- 3 lessen
- 4 lessen
- 5 lessen of meer

4. Hoe motiverend vond je het onderdeel 'Biovergister maken en analyseren'?

Mark only one oval.

	1	2	3	4	5	
Niet motiverend	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Zeer motiverend

5. Hoe uitdagend vond je het onderdeel 'Biovergister maken en analyseren'?

Mark only one oval.

	1	2	3	4	5	
Niet uitdagend	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Zeer uitdagend

6. Hoeveel tijd kostte het onderdeel 'Biovergister maken en analyseren'?

Mark only one oval.

- 1 les of minder
- 2 lessen
- 3 lessen
- 4 lessen
- 5 lessen of meer

7. Hoe motiverend vond je het onderdeel 'Klassendiscussie'?

Mark only one oval.

	1	2	3	4	5	
Niet motiverend	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Zeer motiverend

8. Hoe uitdagend vond je het onderdeel 'Klassendiscussie'?

Mark only one oval.

	1	2	3	4	5	
Niet motiverend	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Zeer motiverend

9. Hoe motiverend vond je het onderdeel 'Gidsexperiment'?

Mark only one oval.

	1	2	3	4	5	
Niet motiverend	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Zeer motiverend

10. Hoe uitdagend vond je het onderdeel 'Gidsexperiment'?

Mark only one oval.

	1	2	3	4	5	
Niet uitdagend	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Zeer uitdagend

11. Hoeveel tijd kostte het onderdeel 'Gidsexperiment'?

Mark only one oval.

- 1 les of minder
- 2 lessen
- 3 lessen
- 4 lessen
- 5 lessen of meer

12. Hoe motiverend vond je het onderdeel 'Onderzoeksvraag en werkplan maken'?

Mark only one oval.

	1	2	3	4	5	
Niet motiverend	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Zeer motiverend

13. Hoe uitdagend vond je het onderdeel 'Onderzoeksvraag en werkplan maken'?

Mark only one oval.

	1	2	3	4	5	
Niet uitdagend	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Zeer uitdagend

14. Hoeveel tijd kostte het onderdeel 'Onderzoeksvraag en werkplan maken'?

Mark only one oval.

- 1 les of minder
- 2 lessen
- 3 lessen
- 4 lessen
- 5 lessen of meer

15. Hoe motiverend vond je het onderdeel 'Verslag maken'?

Mark only one oval.

	1	2	3	4	5	
Niet motiverend	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Zeer motiverend

16. Hoe uitdagend vond je het onderdeel 'Verslag maken'?

Mark only one oval.

	1	2	3	4	5	
Niet uitdagend	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Zeer uitdagend

17. Hoeveel tijd kostte het onderdeel 'Verslag maken'?

Mark only one oval.

- 1 les of minder
- 2 lessen
- 3 lessen
- 4 lessen
- 5 lessen of meer

18. Hoe motiverend vond je het onderdeel 'Pitch'?

Mark only one oval.

	1	2	3	4	5	
Niet motiverend	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Zeer motiverend

19. Hoe uitdagend vond je het onderdeel 'Pitch'?

Mark only one oval.

	1	2	3	4	5	
	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	

20. Vond je de bovenstaande onderdelen genoeg afwisseling brengen in de module?

Mark only one oval.

	1	2	3	4	5	
Onvoldoende	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Uitstekend

21. Licht je antwoord over afwisseling toe.

22. Hoe belangrijk vond je het om over duurzaamheid te leren?

Mark only one oval.

	1	2	3	4	5	
Zeer onbelangrijk	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Zeer belangrijk

23. Wat zijn jouw verbeterpunten voor de PO 'Duurzaam'?

24. Wat zijn jouw pluspunten voor de PO 'Duurzaam'?

25. Wat voor cijfer geef je de PO 'Duurzaam'?

Mark only one oval.

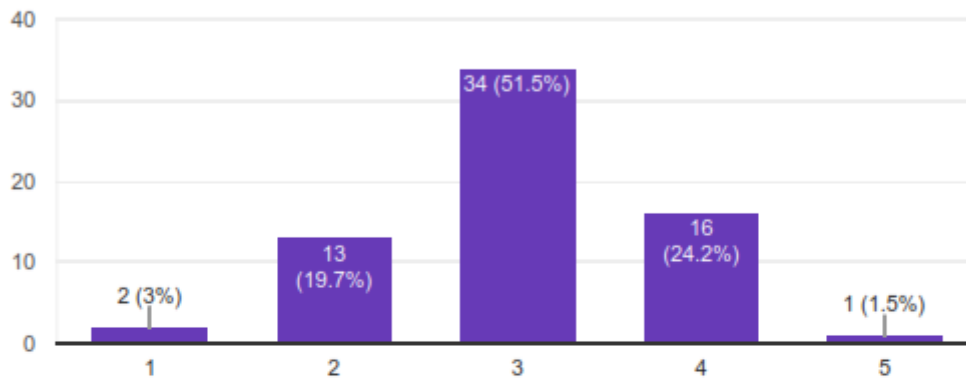
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Evaluatie leerlingen 'Duurzaam' - 2018

66 responses

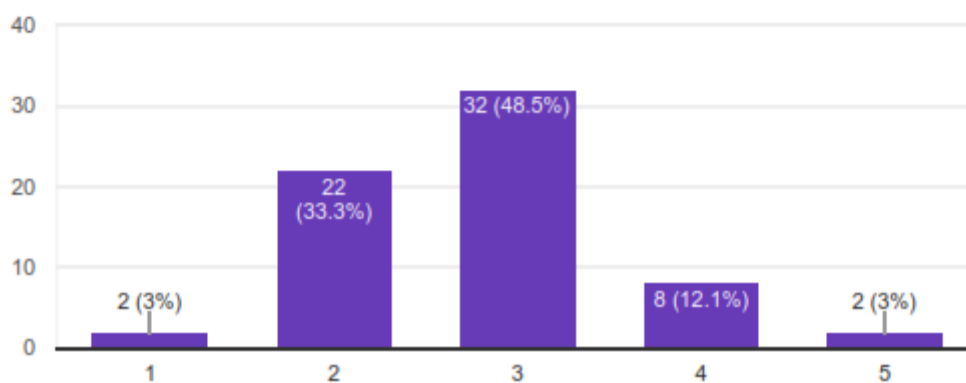
Hoe motiverend vond je het onderdeel 'Bronnenonderzoek Biogas'?

66 responses



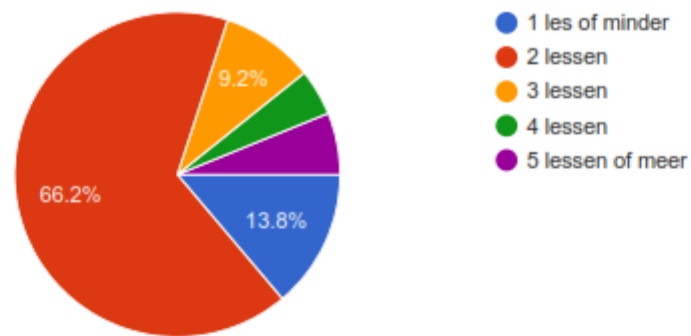
Hoe uitdagend vond je het onderdeel 'Bronnenonderzoek Biogas'?

66 responses



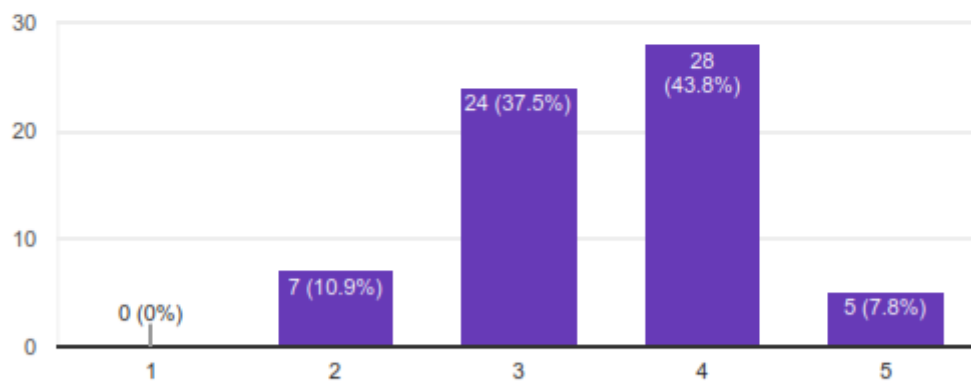
Hoe veel tijd kostte het onderdeel 'Bronnenonderzoek Biogas'?

65 responses



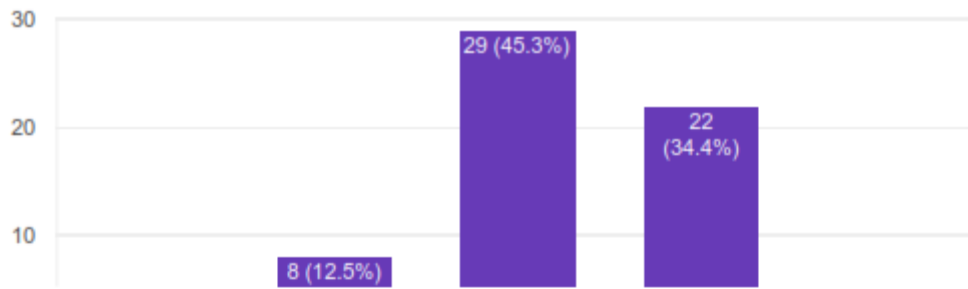
Hoe motiverend vond je het onderdeel 'Biovergister maken en analyseren'?

64 responses



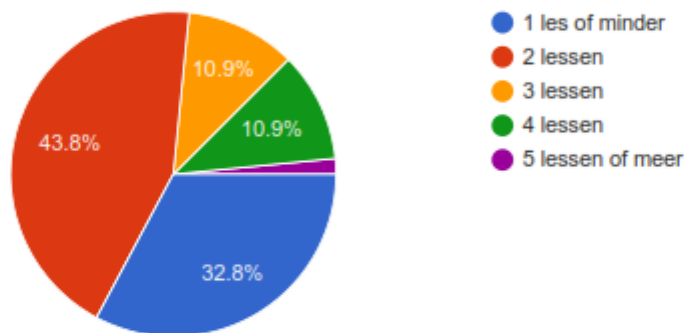
Hoe uitdagend vond je het onderdeel 'Biovergister maken en analyseren'?

64 responses



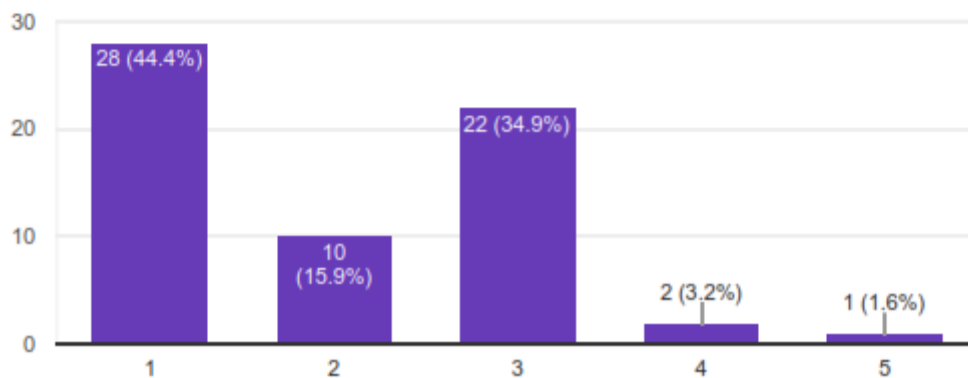
Hoeveel tijd kostte het onderdeel 'Biovergister maken en analyseren'?

64 responses



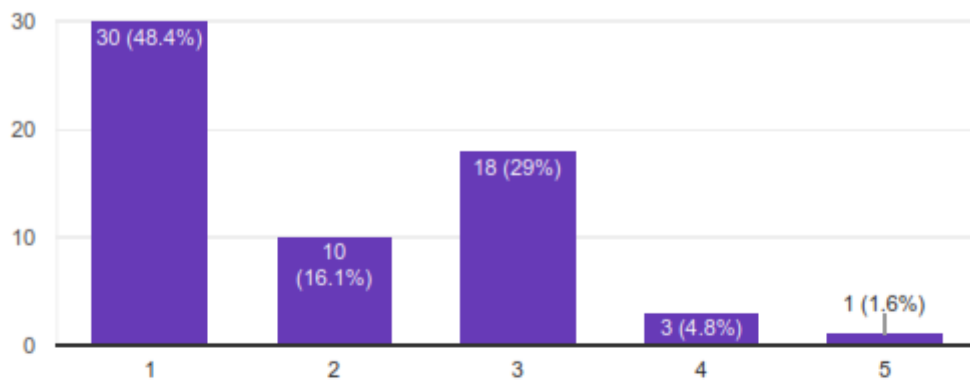
Hoe motiverend vond je het onderdeel 'Klassendiscussie'?

63 responses



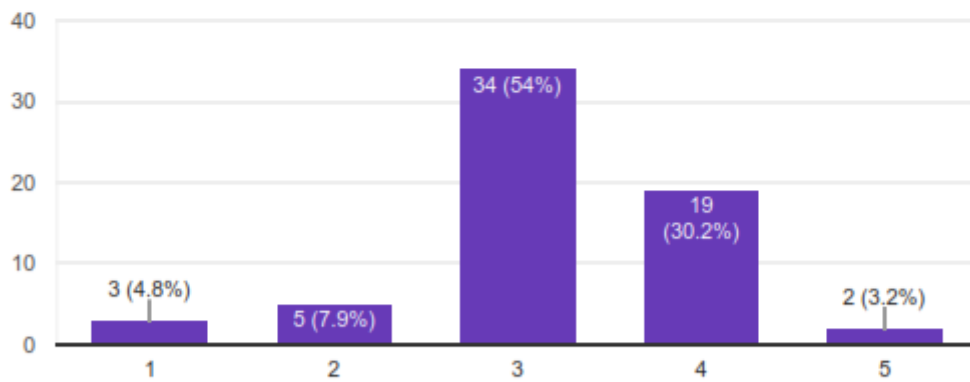
Hoe uitdagend vond je het onderdeel 'Klassendiscussie'?

62 responses



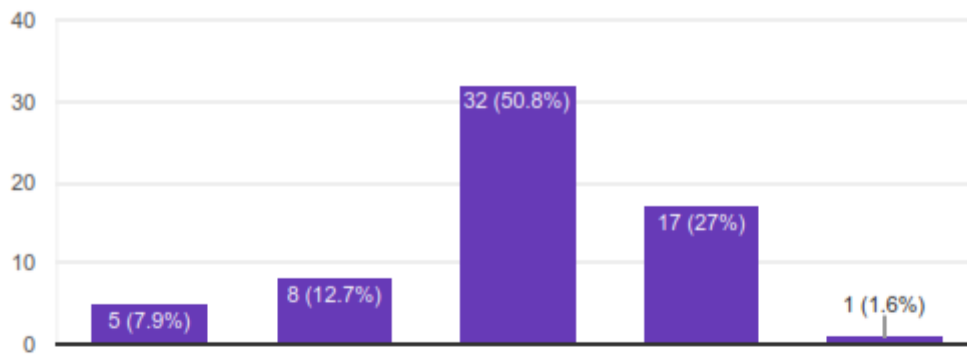
Hoe motiverend vond je het onderdeel 'Gidsexperiment'?

63 responses



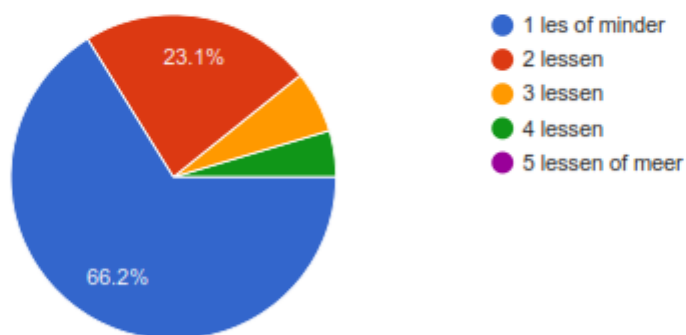
Hoe uitdagend vond je het onderdeel 'Gidsexperiment'?

63 responses



Hoeveel tijd kostte het onderdeel 'Gidsexperiment'?

65 responses

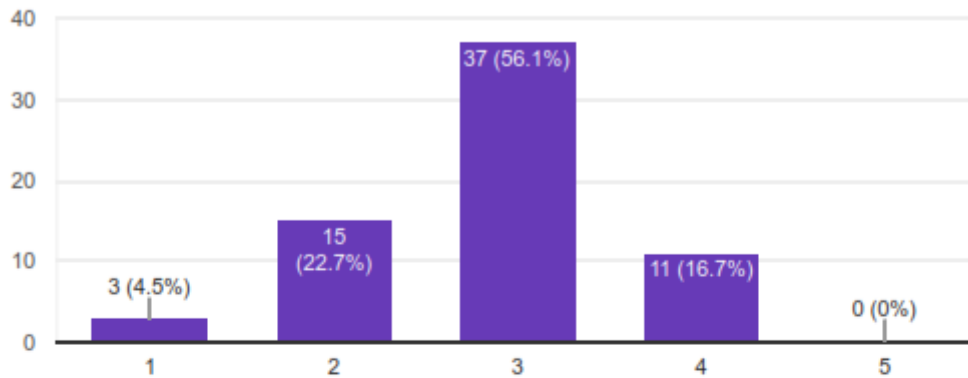


Hoe motiverend vond je het onderdeel 'Onderzoeksvraag en werkplan maken'?

65 responses

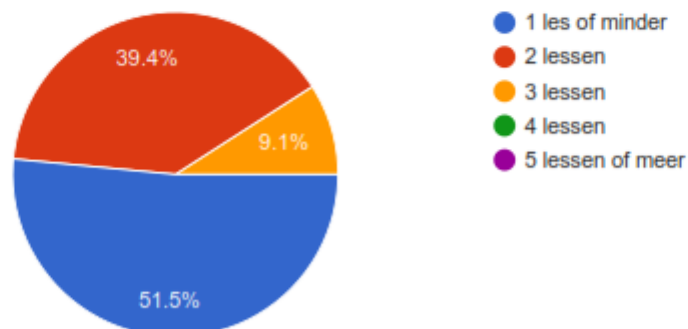
Hoe uitdagend vond je het onderdeel 'Onderzoeksvraag en werkplan maken'?

66 responses



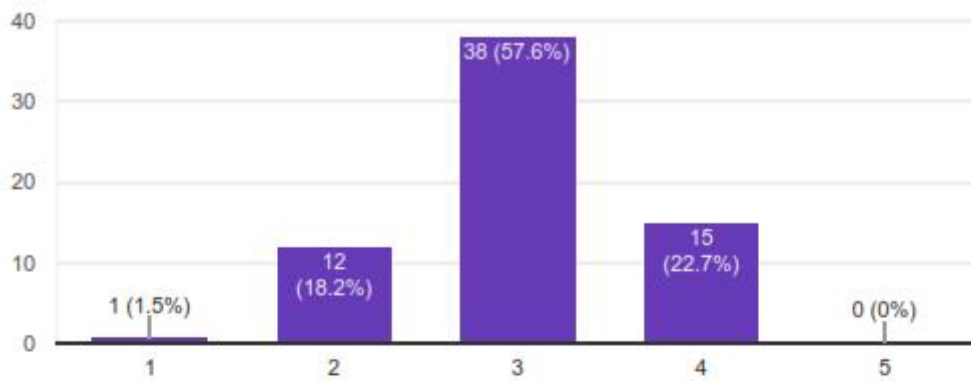
Hoeveel tijd kostte het onderdeel 'Onderzoeksvraag en werkplan maken'?

66 responses



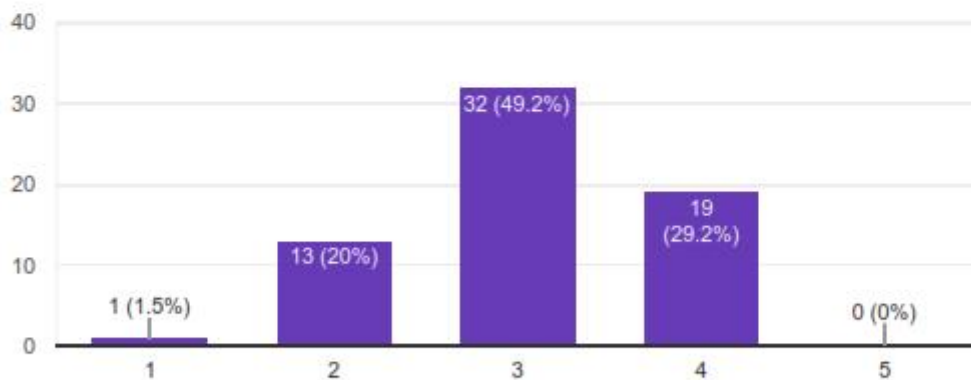
Hoe motiverend vond je het onderdeel 'Verslag maken'?

66 responses



Hoe uitdagend vond je het onderdeel 'Verslag maken'?

65 responses

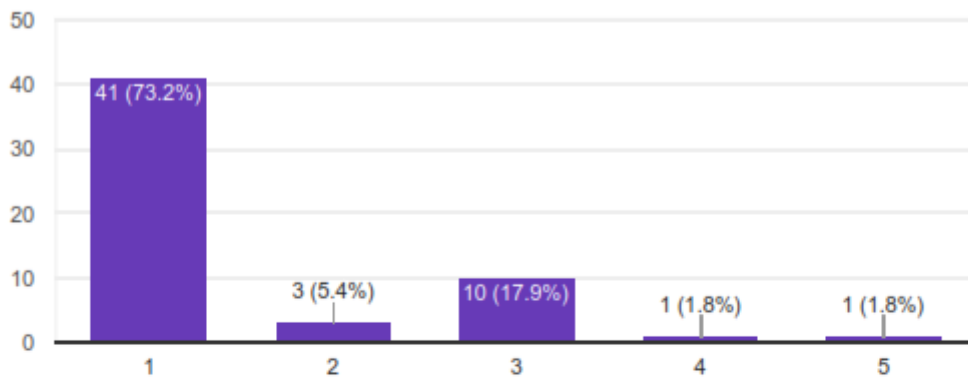


Hoeveel tijd kostte het onderdeel 'Verslag maken'?

66 responses

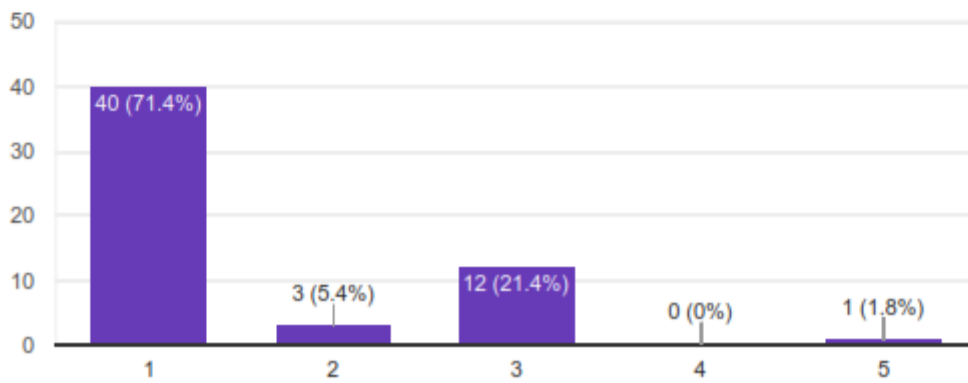
Hoe motiverend vond je het onderdeel 'Pitch'?

56 responses



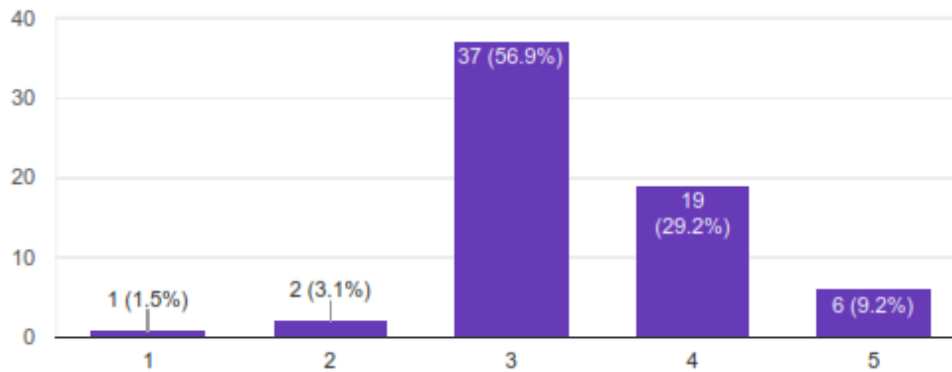
Hoe uitdagend vond je het onderdeel 'Pitch'?

56 responses



Vond je de bovenstaande onderdelen genoeg afwisseling brengen in de module?

65 responses



Licht je antwoord over afwisseling toe.

41 responses

- (2)

ik vond dit PO niet helemaal aansluiten bij biologie en scheikunde.

er was voldoende afwisseling

het was niet het geval dat je alleen maar achter je laptop zat, er was werk op de laptop, praktische onderdelen en overleg met je groep

Het gaf ruimte om te leren over theorie, tegelijk kon je ook de praktijk leren.

het gaat niet altijd over hetzelfde, d handeling die je doet is anders. eerst moet je op de laptop daarna ga je weer n het lap aan de slag

Was wel oke

Beetje hetzelfde maar anders

Er was gewoon genoeg afwisseling

was wel afwisselend

.

het was erg verschillend

sommige dingen leken wel erg op elkaar

Er waren wel verschillende onderdelen

We hebben vooral praktische dingen gedaan en dat doen we niet vaak in de les.

Sommige delen leken op elkaar en sommigen waren weer heel verschillend

was wel goed, je deed veel verschillende dingen wat uiteindelijk één resultaat heeft gekregen

er zat wel redelijk afwisseling in maar niet veel

ik vond dat er veel verschillende opdrachten waren, maar ze hadden wel allemaal met elkaar te maken, dit vond ik erg interessant

er werden verschillende dingen gedaan

door verschillende onderdelen toe te voegen is het inderdaad afwisselend geworden

Het had allemaal een ander 'doel', waardoor het afwisselend was en niet alleen maar ging over het vergisten maar ook de voorbereidingen ervan

Ik vond het prima

pitch hebben we niet gedaan

Je moet dingen op zoeken op je laptop en je doet practicum

Steeds andere opdrachten

Steeds andere opdrachten

Werd niet saai je had altijd wat te doen

Dan wordt het niet zo saai. Als je alleen verslagen moet maken heb je geen motivatie

een keer wat anders

niet steeds het zelfde

elke les moest je wat anders doen

JE moest veel verschillende dingen doen.

Wij hebben geen klassendiscussie en pitch gedaan

We hebben geen klassendiscussie gedaan

Ik vond dat we veel verschillende dingen deden wat allemaal wel met elkaar te maken heeft.

ik vindt dat er genoeg afwisseling was omdat elk ding wat je moest maken wel heel iets anders was dan de vorige opdracht bv dat je het ene moeilijker was te zoeken dan het andere

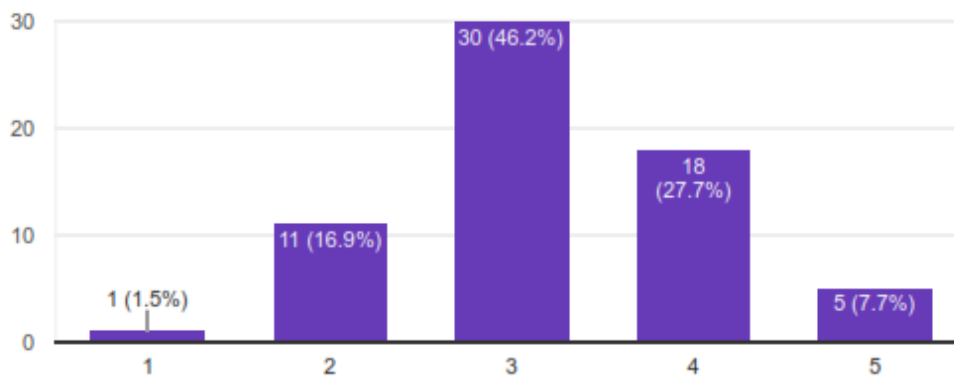
de afwisseling was er wel in het experiment, elke keer een andere opdracht

er was wel afwisseling want je moest iedere les iets anders doen.

Was meer afwisseling dan normaal

Hoe belangrijk vond je het om over duurzaamheid te leren?

65 responses



Wat zijn jouw verbeterpunten voor de PO 'Duurzaam'?

40 responses

- (3)

niks (2)

Betere samenwerking (2)

iets meer uitleg (2)

Meer uitleg (2)

Als er een vraag wordt gesteld sneller een antwoord op geven. Duidelijker boekje maken met wat er precies in je verslag moet, het staat er wel in alleen op een onduidelijke manier. Tips geven over welk GFT-afval het wel/niet goed doet.

meer initiatief nemen

Kleinere Groepen

Iets duidelijker aangeven bij de proef wat de bedoeling is/was.

meer tijd

Iets leuker brengen.

Iets meer tijd voor nemen

wat langer de tijd krijgen

.

Betere en duidelijkere taakverdelingen maken.

niet echt speciale verbeterpunten

ik vond het niet heel belangrijk

geen

geen verbeter punten

Minder voorbereiding en onderzoek over het biogas etc, maar meer over de proef zelf; meer praktijk en minder op de stof in.

Niks

Er werd gezegd dat we 12 lessen kregen, maar het waren er wel minder omdat we bij bio bijvoorbeeld gwn les kregen

betere samenwerking

iets meer tijd tussen het krijgen van de resultaten en het inleveren van het verslag

Meer uitleg bij bepaalde onderdelen

Geen

Geen

—

de formule iets beter uitleggen, en een leraar die überhaupt weet wat de formule inhoud (geen verhoeven of bering), en mest verbieden

volgensmij is het wel goed gegaan

Meer uitleg, duidelijker

Meer uitleg

Verbeter punten zijn om ook biogas ten kunnen aan tonen

Beter de stof doornemen zodat ik het gelijk snap

Wat zijn jouw pluspunten voor de PO 'Duurzaam'?

41 responses

- (3)

Het was leuk om zelf een biovergister te maken. Het was fijn dat je het meeste in de les zelf kon doen waardoor je niet veel meer thuis hoeft te doen.

leuk ene afwisselend

goed kunnen samenwerken

Fijn dat we een boekje kregen met alle uitleg erin.

duidelijk wat er moet gebeuren

Eigenlijk geen

Anders dan gewone les

mooie proef

de duidelijkheid

.

het was interessant

keer wat anders dan les

Leuk om te zien dat je uit gft-afval methaan kan maken.

Mijn onderdelen had ik snel af.

Je leert op een andere manier als les,

het was allemaal duidelijk wat je moest doen, en je had genoeg tijd

het is leuker dan les

meer kennis

je leert hoe biogas in elkaar zet

Op tijd af

Het is een keer een andere proef dan normaal, er is meer voorbereiding voor nodig en je mocht het zelf doen; het werd niet voor je gedaan

Je komt meer te weten over duurzaamheid.

Goed mijn best gedaan

Goed po

optijd in geleverd

samenwerken

Je leert iets wat ik persoonlijk niet kende

Geen

Geen

—

leuk om op te stellen

de samenwerking ging goed

Je weet nu iets wat je misschien weer kan gebruiken

Je kan het allemaal makkelijk in de lessen doen. Je hoeft er thuis geen aandacht aan te besteden

Ik weet nu hoe je biogas maakt

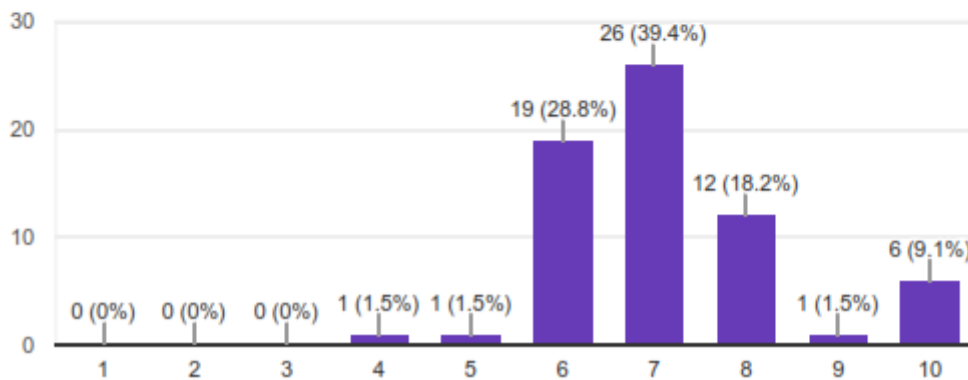
Het verslag en de proef is goed gelukt

niks ik heb geen pitch en klassendiscussie gehad

op tijd begonnen

Wat voor cijfer geef je de PO 'Duurzaam'?

66 responses



Evaluatie docenten 'Duurzaam' - 2018

Evaluatie van de praktische opdracht 'Duurzaam' door biologie- en scheikundedocenten van het St. Canisius te Almelo

1. Hoe motiverend was het onderdeel 'Bronnenonderzoek Biogas' voor de leerlingen?

Mark only one oval.

	1	2	3	4	5	
Niet motiverend	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Zeer motiverend

2. Hoe uitdagend was het onderdeel 'Bronnenonderzoek Biogas' voor de leerlingen?

Mark only one oval.

	1	2	3	4	5	
Niet motiverend	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Zeer motiverend

3. Hoe veel tijd kostte het onderdeel 'Bronnenonderzoek Biogas' de leerlingen?

Mark only one oval.

- 1 les of minder
- 2 lessen
- 3 lessen
- 4 lessen
- 5 lessen of meer

4. Hoe motiverend was het onderdeel 'Biovergister maken en analyseren' voor de leerlingen?

Mark only one oval.

	1	2	3	4	5	
Niet motiverend	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Zeer motiverend

5. Hoe uitdagend was het onderdeel 'Biovergister maken en analyseren' voor de leerlingen?

Mark only one oval.

	1	2	3	4	5	
Niet uitdagend	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Zeer uitdagend

6. Hoeveel tijd kostte het onderdeel 'Biovergister maken en analyseren' de leerlingen?

Mark only one oval.

- 1 les of minder
- 2 lessen
- 3 lessen
- 4 lessen
- 5 lessen of meer

7. Hoe motiverend was het onderdeel 'Klassendiscussie' voor de leerlingen?

Mark only one oval.

	1	2	3	4	5	
Niet motiverend	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Zeer motiverend

8. Hoe uitdagend was het onderdeel 'Klassendiscussie' voor de leerlingen?

Mark only one oval.

	1	2	3	4	5	
Niet motiverend	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Zeer motiverend

9. Hoe motiverend was het onderdeel 'Gidsexperiment' voor de leerlingen?

Mark only one oval.

	1	2	3	4	5	
Niet motiverend	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Zeer motiverend

10. Hoe uitdagend was het onderdeel 'Gidsexperiment' voor de leerlingen?

Mark only one oval.

	1	2	3	4	5	
Niet uitdagend	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Zeer uitdagend

11. Hoeveel tijd kostte het onderdeel 'Gidsexperiment' de leerlingen?

Mark only one oval.

- 1 les of minder
- 2 lessen
- 3 lessen
- 4 lessen
- 5 lessen of meer

12. **Hoe motiverend was het onderdeel 'Onderzoeksvraag en werkplan maken' voor de leerlingen?**

Mark only one oval.

	1	2	3	4	5	
Niet motiverend	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Zeer motiverend

13. **Hoe uitdagend was het onderdeel 'Onderzoeksvraag en werkplan maken' voor de leerlingen?**

Mark only one oval.

	1	2	3	4	5	
Niet uitdagend	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Zeer uitdagend

14. **Hoeveel tijd kostte het onderdeel 'Onderzoeksvraag en werkplan maken' de leerlingen?**

Mark only one oval.

- 1 les of minder
- 2 lessen
- 3 lessen
- 4 lessen
- 5 lessen of meer

15. **Hoe motiverend was het onderdeel 'Verslag maken' voor de leerlingen?**

Mark only one oval.

	1	2	3	4	5	
Niet motiverend	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Zeer motiverend

16. **Hoe uitdagend was het onderdeel 'Verslag maken' voor de leerlingen?**

Mark only one oval.

	1	2	3	4	5	
Niet uitdagend	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Zeer uitdagend

17. **Hoeveel tijd kostte het onderdeel 'Verslag maken' de leerlingen?**

Mark only one oval.

- 1 les of minder
- 2 lessen
- 3 lessen
- 4 lessen
- 5 lessen of meer

18. Hoe motiverend was het onderdeel 'Pitch' voor de leerlingen?

Mark only one oval.

	1	2	3	4	5	
Niet motiverend	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Zeer motiverend

19. Hoe uitdagend was het onderdeel 'Pitch' voor de leerlingen?

Mark only one oval.

1	2	3	4	5
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

20. Vond je de bovenstaande onderdelen genoeg afwisseling brengen in de praktische opdracht?

Mark only one oval.

	1	2	3	4	5	
Onvoldoende	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Uitstekend

21. Licht je antwoord over afwisseling toe.

22. Wat is jouw ervaring als docent met de PO 'Duurzaam'? (Denk hierbij bijvoorbeeld aan diepgang, activerende didactiek en context-concept benadering)

23. Wat zijn jouw verbeterpunten voor de PO 'Duurzaam'?

24. Wat zijn jouw pluspunten voor de PO 'Duurzaam'?

25. Wat voor cijfer geef je de PO 'Duurzaam'?

Mark only one oval.

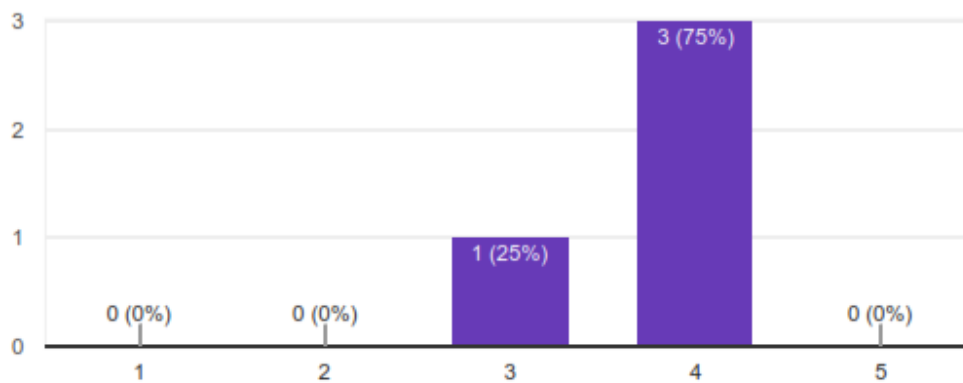
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Evaluatie docenten 'Duurzaam' - 2018

4 responses

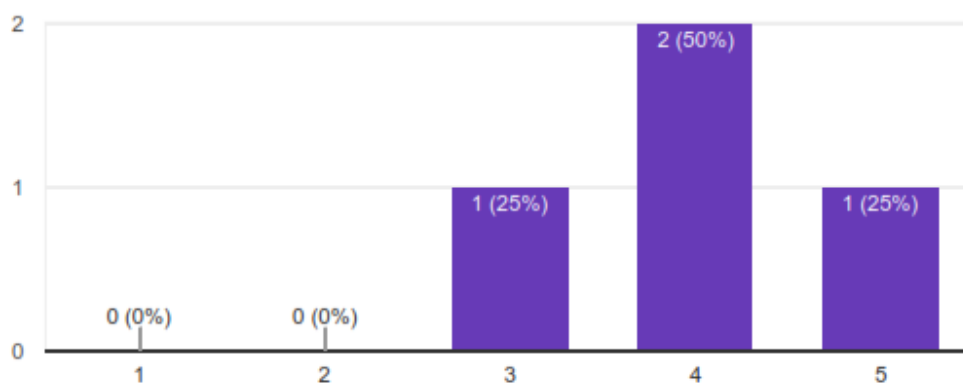
Hoe motiverend was het onderdeel 'Bronnenonderzoek Biogas' voor de leerlingen?

4 responses



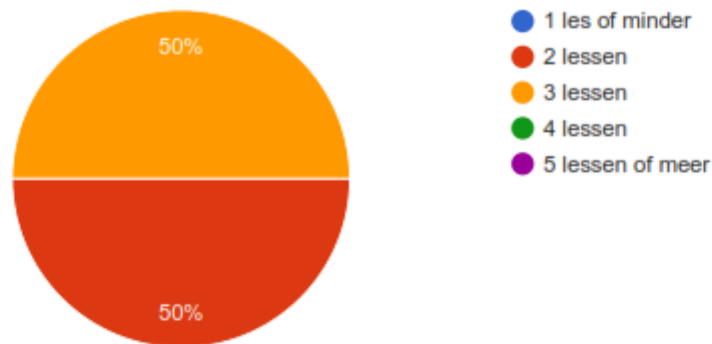
Hoe uitdagend was het onderdeel 'Bronnenonderzoek Biogas' voor de leerlingen?

4 responses



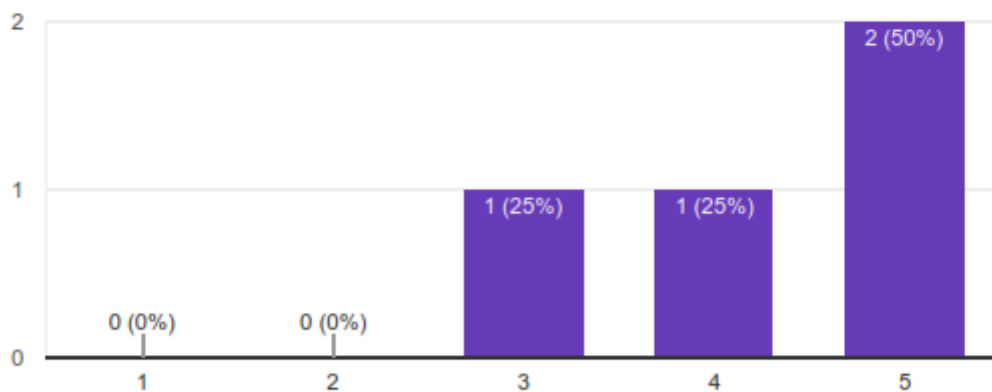
Hoe veel tijd kostte het onderdeel 'Bronnenonderzoek Biogas' de leerlingen?

4 responses



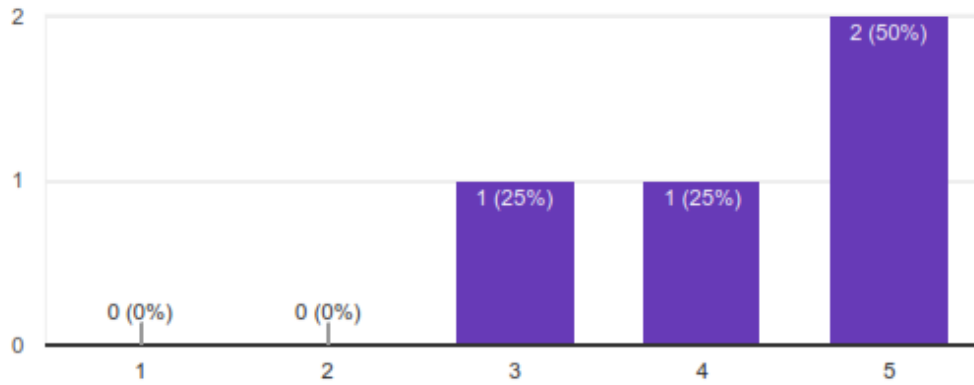
Hoe motiverend was het onderdeel 'Biovergister maken en analyseren' voor de leerlingen?

4 responses



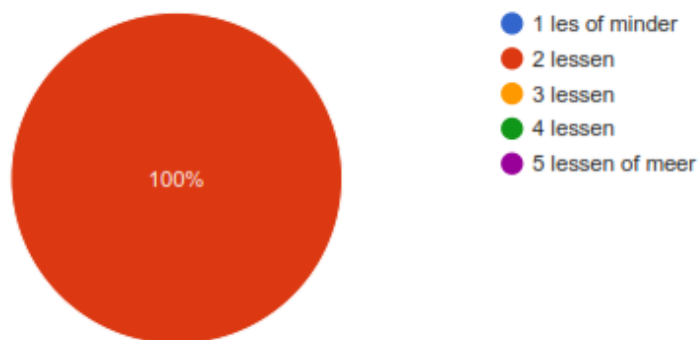
Hoe uitdagend was het onderdeel 'Biovergister maken en analyseren' voor de leerlingen?

4 responses



Hoeveel tijd kostte het onderdeel 'Biovergister maken en analyseren' de leerlingen?

4 responses



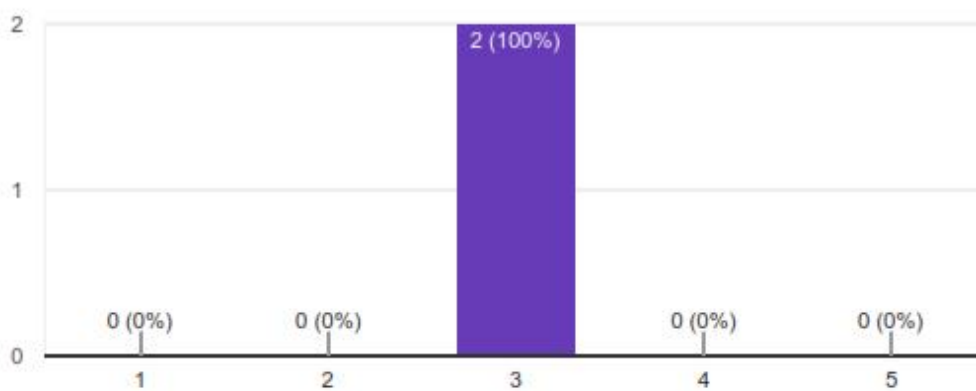
Hoe motiverend was het onderdeel 'Klassendiscussie' voor de leerlingen?

2 responses



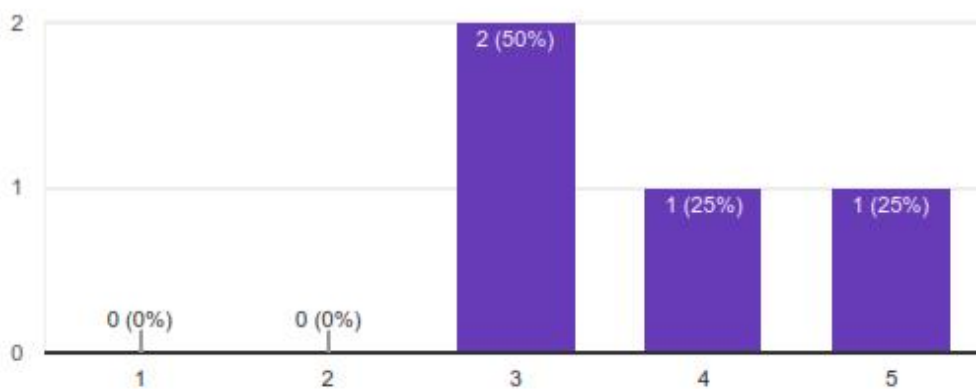
Hoe uitdagend was het onderdeel 'Klassendiscussie' voor de leerlingen?

2 responses



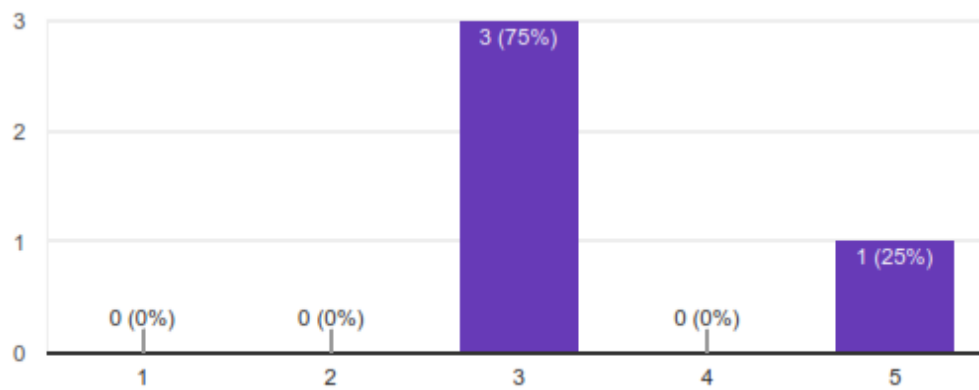
Hoe motiverend was het onderdeel 'Gidsexperiment' voor de leerlingen?

4 responses



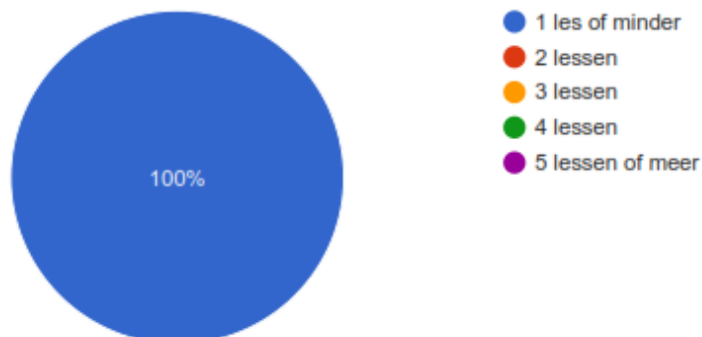
Hoe uitdagend was het onderdeel 'Gidsexperiment' voor de leerlingen?

4 responses



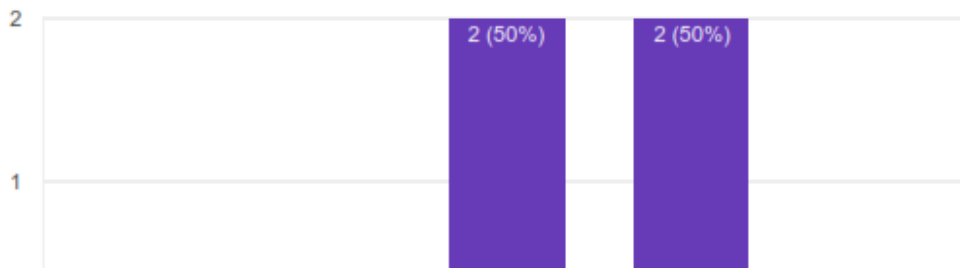
Hoeveel tijd kostte het onderdeel 'Gidsexperiment' de leerlingen?

4 responses



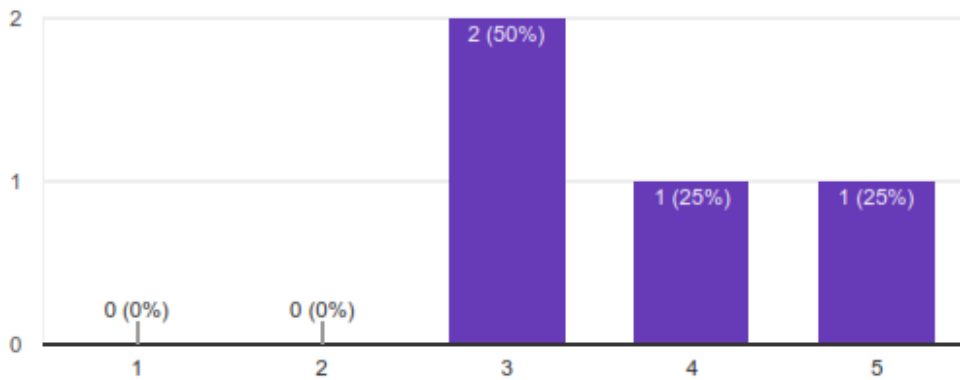
Hoe motiverend was het onderdeel 'Onderzoeksvraag en werkplan maken' voor de leerlingen?

4 responses



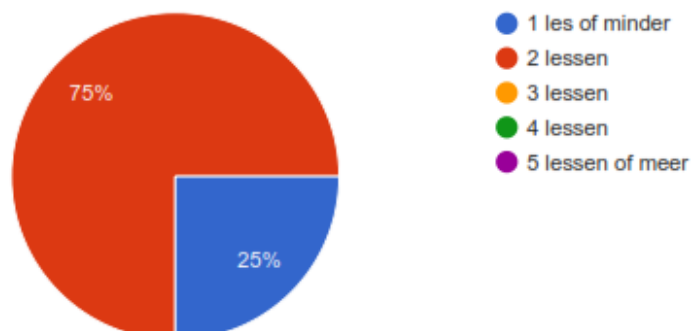
Hoe uitdagend was het onderdeel 'Onderzoeksvraag en werkplan maken' voor de leerlingen?

4 responses



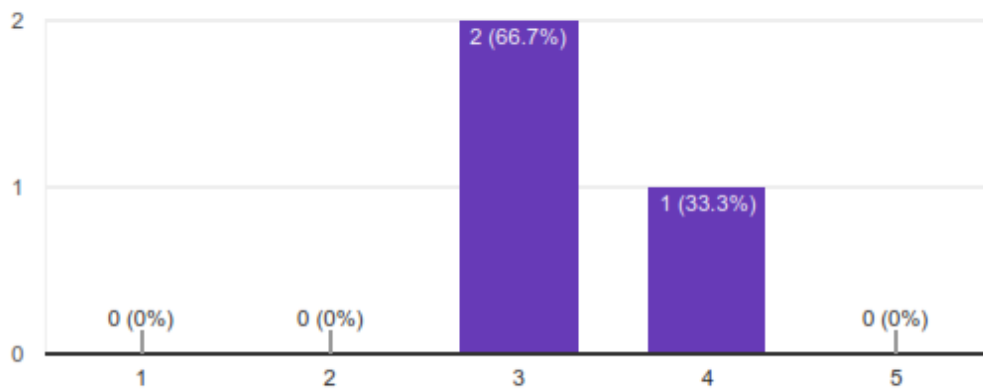
Hoeveel tijd kostte het onderdeel 'Onderzoeksvraag en werkplan maken' de leerlingen?

4 responses



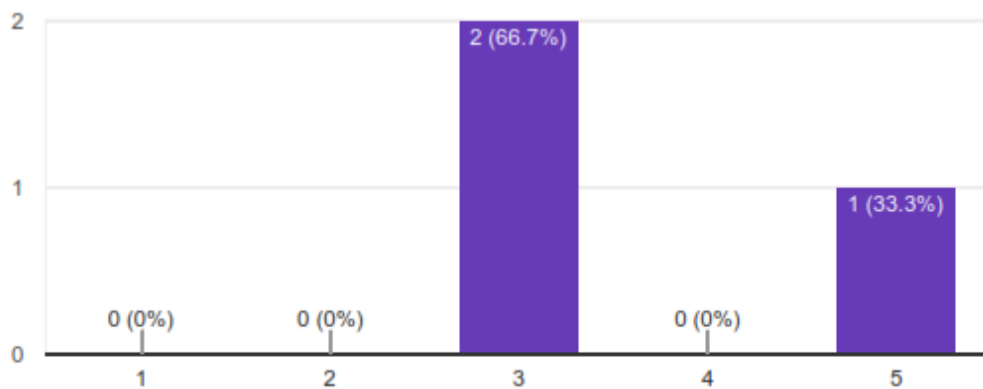
Hoe motiverend was het onderdeel 'Verslag maken' voor de leerlingen?

3 responses



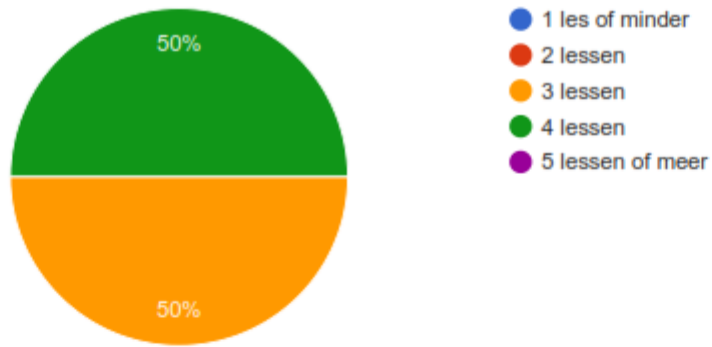
Hoe uitdagend was het onderdeel 'Verslag maken' voor de leerlingen?

3 responses



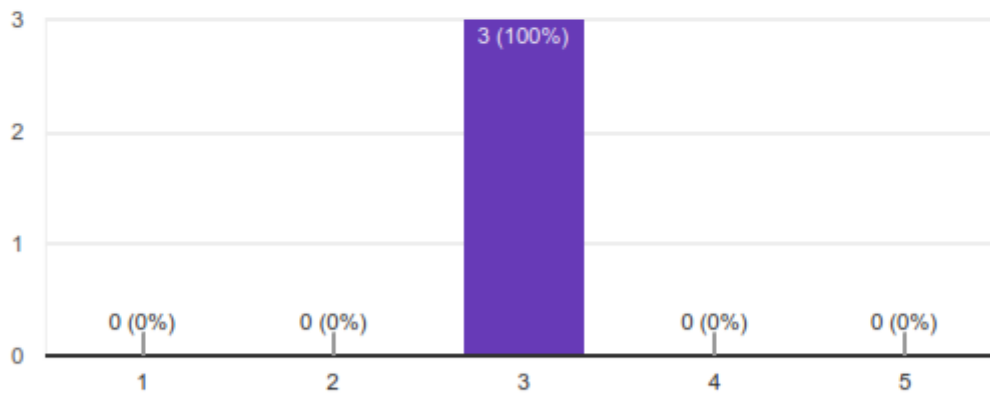
Hoeveel tijd kostte het onderdeel 'Verslag maken' de leerlingen?

2 responses



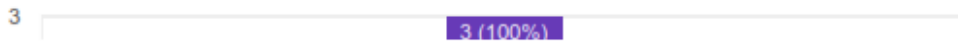
Hoe motiverend was het onderdeel 'Pitch' voor de leerlingen?

3 responses



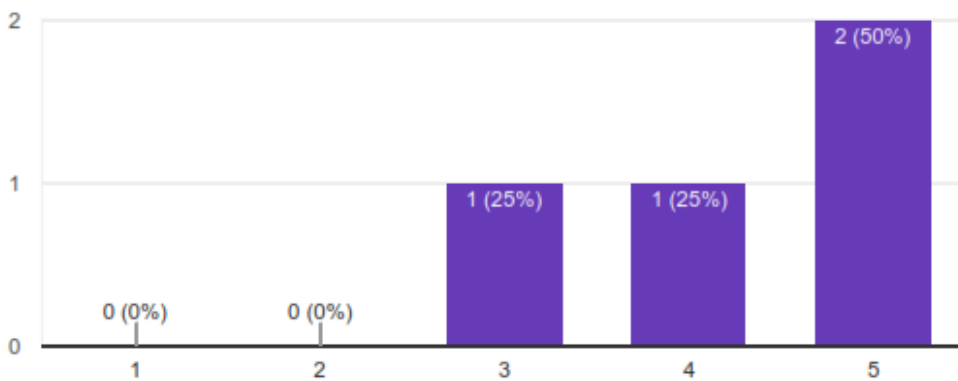
Hoe uitdagend was het onderdeel 'Pitch' voor de leerlingen?

3 responses



Vond je de bovenstaande onderdelen genoeg afwisseling brengen in de praktische opdracht?

4 responses



Licht je antwoord over afwisseling toe.

3 responses

Theorie gecombineerd met praktijk en dan ook nog actueel!

theorie en praktijk en twee verschillende vakken.

Juist die afwisseling maakt het voor de lln steeds weer nieuw en uitdagend

Wat is jouw ervaring als docent met de PO 'Duurzaam'? (Denk hierbij bijvoorbeeld aan diepgang, activerende didactiek en context-concept benadering)

3 responses

Een (klein) probleem blijft de samenstelling van de groepen, niet alle leerlingen hebben sk en bio, dat is niet te verhelpen.

Er zit nu meer diepgang in door het bronnenonderzoek.

Ik vind het een mooie opdracht om het schooljaar mee te eindigen. Ze kunnen de PO tijdens de lessen uitvoeren, als ze de tijd tijdens de lessen goed gebruiken.

als toa kan ik hier moeilijk over oordelen.

Ik vind het een leuke afsluitende vakoverstijgende opdracht die voldoende uitdaging biedt voor 4H lln

Wat zijn jouw verbeterpunten voor de PO 'Duurzaam'?

3 responses

X

groepen kleiner maken maar dan ook meer materiaal aanschaffen.

opdracht 3.2 en 3.3 moeten omgedraait worden. daarnaast moet je je afvragen of de pitch niet een beetje mosterd na de maaltijd is. een klassengesprek moet wel door de juiste docent gedaan worden.....

Wat zijn jouw pluspunten voor de PO 'Duurzaam'?

3 responses

Praktijk gecombineerd met theorie en actueel

Nb ik heb niet alle vragen kunnen invullen; klassendiscussie, pitch heb ik niet gedaan en de laatste week zijn ze bezig geweest met verslag, ik was toen afwezig.

Succes groetjes,

Herma

goede combinatie tussen theorie, praktijk en de vakken scheikunde en biologie.

van deze tijd, uitdagend, afwisselend

Wat voor cijfer geef je de PO 'Duurzaam'?

4 responses

