



UNIVERSITY OF TWENTE.

Werken aan Scientific Citizenship in groep 8 van het primair onderwijs

Exploratief onderzoek naar
mogelijkheden

Yves Houben
Oktober 2012

Afstudeeronderzoek
Master of Science
Science Education & Communication
Track: Science Communication

Begeleiders:
Dr. Anne Dijkstra
Dr. Jan van der Veen

Bedrijfsbegeleider:
Jelle de Jong

Voor Audrey

Samenvatting

Deze thesis beschrijft een exploratief onderzoek naar de mogelijkheden om bij te dragen aan Scientific Citizenship van leerlingen van groep 8 van het primair onderwijs. De opdrachtgever, Stichting Techniekpromotie, wil graag meer inzicht krijgen hierin en draagt fusie-energie als casus aan. Met name de haalbaarheid van het werken aan Scientific Citizenship met deze doelgroep en de manier waarop dit zou kunnen zijn onbekend.

Volgens de literatuur speelt Scientific Citizenship zich af op een continuüm met de dimensies Public Competence aan de ene kant en Public Participation aan de andere kant. Wanneer deze dimensies in balans zijn, spreekt men van Scientific Citizenship.

In dit onderzoek is gekozen voor het nemen van vier stappen om tot beantwoording van de hoofdvraag te komen. Ten eerste is er een documentenanalyse uitgevoerd. Deze documentenanalyse beschrijft en analyseert acht gevonden initiatieven die de casus fusie-energie behandelen. Daarna is er met de kennis vanuit het theoretisch kader en de documentenanalyse een lesontwerp gemaakt. De derde stap is de beoordeling van dit ontwerp door drie experts. Het hierna verbeterde lesontwerp is als pilot uitgevoerd in klassen en uitgebreid geëvalueerd met vragenlijsten, observatieverslagen, opnames van een deel van het lesontwerp en evaluatie-interviews.

De documentenanalyse laat zien dat de meeste bestaande initiatieven zich binnen het continuüm dicht aan de kant van de Public Competence dimensie bevinden. Het gemaakte lesontwerp besteedt expliciet meer aandacht aan de elementen uit de Public Participation dimensie. Het lesontwerp dat gemaakt is bestaat uit vier lessen die achtereenvolgens een inleiding op het thema geven, leerlingen energiebronnen laten ontdekken en onderzoeken, leerlingen een mening laten vormen over fusie-energie en uiteindelijk de leerlingen een groepsdiscussie laat voeren.

De evaluatie van de pilots laat zien dat er door de leerlingen vooruitgang is geboekt op elementen uit zowel de Public Competence als de Public Participation dimensie. Dit betekent dat het gemaakte lesontwerp inderdaad meer richting de Public Participation kant zit binnen het continuüm. Over het in balans zijn van deze dimensies, is geen uitspraak te doen.

Het uitgevoerde onderzoek is exploratief en heeft slechts een beperkt aantal deelnemers (48). Daardoor vallen de resultaten niet te generaliseren naar een bredere leeftijdsgroep. Er is een aantal elementen die de resultaten positief beïnvloed kunnen hebben zoals het enthousiasme van de pilotbegeleiders (leerkrachten en experts). Daarnaast is het meten van het effect van deze activiteit op lange termijn nog niet mogelijk vanwege de looptijd van dit onderzoek.

Het advies voor Stichting Techniekpromotie is het doorzetten van het ontwikkelen van activiteiten voor primair onderwijs die bijdragen aan Scientific Citizenship. Dit onderzoek heeft namelijk laten zien dat het haalbaar is om leerlingen te laten werken aan de bijbehorende elementen. Hierbij kan het gemaakte lesontwerp als inspiratiebron dienen.

Dit onderzoek draagt bij aan het starten van het ontwikkelen van Scientific Citizenship bij leerlingen op de basisschool. Het aantonen van de haalbaarheid van activiteiten met deze doelstelling is een eerste stap op weg naar een programma dat hier aandacht aan besteedt.

Voorwoord

Na een periode van studeren en specifiek afstuderen is ligt dan het laatste resultaat daarvan. Mijn onderzoeksverslag. Tijdens het maken van het verslag heb ik vaak gesproken in de “we”-vorm. Dit omdat ik al snel merkte dat afstuderen voor mij een intensief en leuk traject ging worden met vooral veel nieuwe contacten. Het resultaat dat er dan ook ligt vind ik zeker niet alleen aan mijzelf toe te schrijven.

Laat ik beginnen met het bedanken van mensen die hebben moeten lijden onder mijn afstuderen. Dat zijn mijn vader, vrienden en collega's. Helaas had ik vaak iets minder tijd voor jullie in de afgelopen periode, maar ik ben van plan dat allemaal goed te gaan maken. Daar mogen jullie mij na mijn laatste presentatie aan gaan houden.

Mijn afstudeercommissie: Anne, Jan en Jelle, bedankt voor alle kritische opmerkingen en hulp tijdens alle fasen van het afstuderen. Eveline, bedankt voor de geweldige procesbegeleiding die ik goed kon gebruiken. Bart, Rik en Martina, bedankt voor de review van het lesontwerp, maar ook voor alle overige kennis die ik van jullie heb mogen ontvangen. Rob en Esger, voor alle inhoudelijke en taalkundige verbeteringen in de afrondende fase. En de medewerkers van het schrijfcentrum voor het leveren van de schrijfhulp die ik nodig had.

Tijdens het uitvoeren van de pilots hebben René, Esther, Alex, Evelien en Nicky het makkelijk gemaakt om de benodigde gegevens te verzamelen. Voor de manier waarop ze dat hebben gedaan heb ik grote bewondering. Alle leerlingen die hebben deelgenomen aan de pilots wil ik bedanken voor hun inzet en het plaatsen van de vele kruisjes op de vragenformulieren.

Tot slot nog de deels onbekende groep van mensen die dit verslag gaan lezen en/of gebruiken. Voor jullie heb ik het verslag geschreven. Ik ben blij dat het er nu is en zijn weg heeft gevonden naar jullie. Wanneer er vragen opkomen tijdens het lezen of in een discussie erover, aarzel dan niet om dit even te laten weten.

Eindhoven, oktober 2012

Inhoudsopgave

1	INLEIDING	3
2	THEORETISCH KADER	5
2.1	VAN SCIENTIFIC LITERACY NAAR SCIENTIFIC CITIZENSHIP	5
2.2	SCIENTIFIC CITIZENSHIP	8
2.3	DIMENSIE PUBLIC COMPETENCE	8
2.4	DIMENSIE PUBLIC PARTICIPATION	9
2.5	DIDACTISCHE WERKVORMEN	10
3	ONDERZOEKSOPZET	12
3.1	METHODE	12
3.1.1	<i>Documentenanalyse</i>	12
3.1.2	<i>Lesontwerp</i>	13
3.1.3	<i>Expert review</i>	14
3.1.4	<i>Evaluatie lesontwerp</i>	14
3.2	BENADERING DEELNEMERS	16
3.3	OPERATIONALISERING	16
3.4	CASUS: FUSIE-ENERGIE	19
4	RESULTATEN	22
4.1	DOCUMENTENANALYSE	22
4.2	BESCHRIJVING LESONTWERP	31
4.3	EVALUATIE LESONTWERP	36
4.3.1	<i>Expert review</i>	36
4.3.2	<i>Dimensie PC</i>	39
4.3.3	<i>Dimensie PP</i>	42
4.3.4	<i>Relevantie, belevingswereld en waardering</i>	48
4.3.5	<i>Casus: Fusie-energie</i>	51
5	CONCLUSIE EN REFLECTIE	53
	LITERATUURLIJST	57
	BIJLAGEN	58
	A LESONTWERP - DOCENTENINSTRUCTIE	58
	B LEERLINGWERKBOEK	72
	C VRAGENLIJST EN INTERVIEWSCHEMA	91
	D VERSLAGEN EXPERT REVIEW	101
	E RESULTATEN VRAGENLIJSTEN	107
	F RESULTATEN WOORDSPINNEN	113
	G OBSERVATIEVERSLAGEN LESMOMENTEN PILOT	116
	H VERSLAGEN GROEPSDISCUSSIES	120
	I VERSLAGEN GROEPSINTERVIEWS	127
	J OPMERKINGEN BIJ INGEVULDE VRAGENLIJSTEN	135

1 Inleiding

In de inleiding beschrijf ik de vraagstelling vanuit Stichting Techniekpromotie, de organisatie waarvoor het onderzoek uitgevoerd is. Hierna volgt een korte inleiding op het theoretische onderwerp. De inleiding wordt afgesloten met het formuleren van de onderzoeksvragen.

Vraag vanuit Stichting Techniekpromotie

Stichting Techniekpromotie is een landelijke organisatie die techniek in de breedste zin van het woord onder de aandacht brengt bij kinderen van 4 tot 15 jaar. Naast landelijke programma's bestaat de stichting uit drie regionale organisaties. Dit zijn het Science Centre Delft, Twente Academy Young en sCoolscience in de Brainportregio Eindhoven.

De stichting heeft samen met sCoolscience behoefte aan onderzoek naar nieuwe manieren om bij te dragen aan de talentontwikkeling op het gebied van wetenschap en techniek bij kinderen en jongeren. Ze willen graag meer inzicht in het werken aan Scientific Citizenship in het hoogste leerjaar van het primair onderwijs.

Het onderzoek dient het gekoppeld te worden aan het inhoudelijke thema "energie". Binnen dit thema wil sCoolscience namelijk een leerlijn gaan aanbieden voor het primair onderwijs. Speciale aandacht voor fusie-energie is gewenst vanwege de sterke vertegenwoordiging van wetenschappelijk onderzoek en technologische ontwikkeling op dit terrein in de Brainport regio Eindhoven.

Nieuwe technologieën en de maatschappij

Scientific Citizenship is een uitwerking van de relatie tussen de maatschappij en de wetenschappelijke wereld. Ontwikkeling van nieuwe technologie is niet meer los te zien van de maatschappij. Er zijn allerlei argumenten om het publiek te betrekken bij nieuwe ontwikkelingen, zoals het democratische, economische en culturele argument (Dalderup, 2000).

Burgers hebben het recht om te weten wat er gebeurt met het belastinggeld dat ze betalen en zij moeten kunnen bijdragen aan een goede besluitvorming (Dijkstra, Seydel, & Gutteling, 2003). Dit is het democratische argument. Het economische argument stelt dat wetenschap en techniek onmisbaar zijn voor de groei van de welvaart en het welzijn (Dalderup, 2000). Ten slotte is er het culturele argument: wetenschap en technologie zijn verweven met onze cultuur. Het betrekken van het publiek kan de kloof tussen wetenschappers en burgers verkleinen (Dijkstra, 2008; Hanssen, 2004). Eerst werd het democratische argument het meest gebruikt voor het voeren van wetenschapscommunicatie, maar tegenwoordig staat het economische argument meer voorop (Dalderup, 2000).

In het rapport “Beyond 2000: Science education for the future” staat dat de wetenschappelijke ontwikkelingen in ons dagelijks leven vragen om een bevolking die genoeg weet van wetenschap en technologie om deze ontwikkelingen te volgen en deel te nemen aan wetenschappelijke debatten. Het belang wordt onderstreept voor zowel de individu als de maatschappij in zijn geheel. Dit rapport geeft aan dat het wenselijk is om in het onderwijs van 6 tot 15 jarigen hiervoor de voorbereidingen te treffen (Millar & Osborne, 1998). Ook in het derde Science and Technology-rapport van The House of Lords wordt geschreven dat het curriculum van 5 tot 16 jarigen alle leerlingen moet voorbereiden op “science for citizenship”. Ook in Nederland wordt het belang van het starten van technologie en wetenschapseducatie op jonge leeftijd met aandacht voor zowel kennis als procesvaardigheden onderschreven (Van Aalderen-Smeets, Walma Van Der Molen, & Asma, 2010).

Met mijn onderzoek wil ik een bijdrage leveren aan het voorbereiden van basisschoolleerlingen op hun rol als burger in de toekomst. De continue wetenschappelijke en technologische veranderingen in de samenleving vragen om mensen die hiermee om kunnen gaan op een juiste manier. Ik hoop dat dit onderzoek een eerste aanzet is voor een programma dat leerlingen de juiste kennis, houding en vaardigheden bijbrengt voor een succesvolle bijdrage aan de maatschappij.

Onderzoeksvragen

De vraag vanuit Stichting Techniekpromotie leidt tot het formuleren van het doel van dit onderzoek. Het doel is het verkrijgen van inzicht in de manier waarop er gewerkt kan worden aan Scientific Citizenship bij leerlingen uit groep 8 van het primair onderwijs vanuit het thema energie. Dit ga ik doen door het beantwoorden van de volgende hoofd- en deelvragen:

Hoe kan een activiteit met als thema energie er uit zien die bijdraagt aan Scientific Citizenship van de leerlingen van groep 8 van het primair onderwijs?

Deelvragen:

1. *Wat is Scientific Citizenship?*
2. *Hoe komt Scientific Citizenship tot uiting in bestaande initiatieven?*
3. *Hoe zou een activiteit er uit kunnen zien die bijdraagt aan Scientific Citizenship?*
4. *In hoeverre is deze activiteit geschikt om bij te dragen aan Scientific Citizenship van leerlingen uit groep 8 van het primair onderwijs?*

Opbouw onderzoeksverslag

Om deze vragen te beantwoorden is er theoretische kennis van het begrip Scientific Citizenship nodig. Dit heb ik opgeschreven in het theoretisch kader (hoofdstuk 2). Daarna licht ik in hoofdstuk 3 de gebruikte methoden toe en beschrijf ik de benadering van de deelnemers, de operationalisering en de casus fusie-energie. De resultaten van het onderzoek presenteer ik in hoofdstuk 4. Dit verslag sluit ik af met conclusies en aanbevelingen.

Daarnaast zijn een literatuurlijst en bijlagen, met de gemaakte middelen en volledige uitkomsten van de analysemethoden, opgenomen.

2 Theoretisch kader

In dit hoofdstuk ga ik in op een aantal concepten uit de literatuur die een rol spelen bij Scientific Citizenship. De eerste paragraaf is een historisch overzicht van de relatie tussen wetenschap en techniek en de samenleving. In paragraaf 2.2 staat een beschrijving van Scientific Citizenship als concept. De paragrafen 2.3 en 2.4 bevatten een uitwerking van basisdimensies die bij Scientific Citizenship en rol spelen. Tenslotte besteed ik in paragraaf 2.5 aandacht aan didactische werkvormen die van toepassing zijn bij implementatie van Scientific Citizenship in het onderwijs. Dit samen is het theoretisch kader van mijn onderzoek en biedt uitgangspunten voor de uitvoering van het onderzoek.

2.1 Van Scientific Literacy naar Scientific Citizenship

Bauer, Allum & Miller (2007) geven aan dat in het begin van de jaren '60 van de vorige eeuw onderzoekers begonnen met het bekijken van de relatie tussen wetenschap en techniek en de maatschappij. Volgens hen was deze relatie niet meer vanzelfsprekend positief. Zij schrijven dat de opvatting destijds was, dat mensen een positievere houding aannemen ten opzichte van wetenschap en techniek als ze er meer kennis van hebben (Bauer, Allum, & Miller, 2007). Verder stellen Bauer et al. (2007) dat onderzoekers de validatie van het aanleren van deze benodigde basiskennis bij alle burgers vinden in de verwevenheid van wetenschap en techniek in de samenleving en de onderzoekers stellen het als voorwaarde voor een goede democratie. Dit knowledge deficit model bepaalt ook de agenda voor de curricula in het onderwijs (Bauer et al., 2007). Dijkstra (2008) en Bauer et al. (2007) zijn het met elkaar eens dat de gedachte heerste dat wetenschappers de enige experts zijn en het publiek via een top-down communicatieproces als passieve ontvanger benaderd wordt.

Vanaf 1985 van de vorige eeuw vinden onderzoekers dat het publiek niet vanzelfsprekend een positievere houding aanneemt als ze meer kennis krijgt, schrijven Bauer et al. (2007). Dit verlegde de focus van het terug brengen van het kennis deficit naar het veranderen van de attitude van het publiek (Bauer et al., 2007). Volgens Bauer et al. (2007) streeft men dan naar het begrip van het belang van wetenschap en technologie bij de samenleving. Dit verhoogde begrip moet burgers overtuigen dat wetenschap en technologie noodzakelijk en nuttig is voor de samenleving (Bauer et al., 2007; Mejlgaard, 2009). Deze nieuwe opvatting wordt door Bauer et al. (2007) onder de term Public Understanding of Science (PUS) geschaard. Dijkstra (2008) geeft in haar proefschrift een overzicht van de kenmerken van PUS, die te vinden zijn in tabel 1.

Tabel 1: Kenmerken Deficit model

Basisveronderstellingen	Feitelijke kennis verhoogt de waardering voor wetenschap en techniek bij burgers
	Algemene wetenschappelijke kennis is noodzakelijk bij burgers
	Kennistekort bij burgers moet verkleind worden
Rol burgers	Passieve kennisontvanger (lerende burger)
Rol experts	Wetenschappers zijn de enige expert
	Experts moeten burgers overtuigen
Communicatieproces	Lineair top-down
	Gericht op informeren en overtuigen door overdracht van kennis
Rol van kennis	Wetenschappelijke kennis is vast en zeker
	Publiek heeft een tekort aan kennis

Uit: Dijkstra, 2008, p.29, tabel 2.1. Vertaald en aangepast.

Halverwege de jaren '90 ontstaat er een nieuw inzicht uit onderzoeken aangewakkerd door het geconstateerde gebrek aan vertrouwen vanuit de samenleving in wetenschap en technologie, stellen Bauer et al. (2007). Zij noemen deze benadering van de relatie tussen wetenschap en techniek en de samenleving "Science and Society" (Bauer et al., 2007). Dijkstra (2008) en Bauer et al. (2007) stellen dat vanaf de jaren '90 het publiek een actieve rol binnen deze relatie toebedeeld krijgt. Dijkstra (2008) zegt daarnaast dat wetenschappers niet meer als enige experts worden gezien, maar dat gevonden wordt dat het publiek relevante kennis heeft. Bauer et al. (2007) schrijven dat het betrekken van het publiek in een vroeg stadium bij technologische ontwikkelingen (upstream engagement) wordt gezien als mogelijk oplossing voor het gebrek aan vertrouwen. Verder stellen zij dat via deze manier het publiek gedurende het hele proces inbreng kan leveren en niet alleen maar ad hoc reageert achteraf (Bauer et al., 2007). Zowel Bauer et al. (2007) als Dijkstra (2008) schrijven dat er interactieve communicatieactiviteiten worden ondernomen, zoals het samenstellen van publiekspanels, opiniepeilingen en nationale debatten om het publiek te betrekken. Dijkstra (2008) geeft in haar proefschrift ook een overzicht van de kenmerken van Science en Society, die te vinden zijn in tabel 2.

Tabel 2: Kenmerken Science en Society

Basisveronderstellingen	De burger is goed geïnformeerd, als het onderwerp binnen de interesse van de burger valt
	Het niveau van wetenschappelijke kennis bij burgers hangt af van de interessegebieden
Rol burgers	Actieve rol, betrokken
	Burgers zijn deelnemers in de relatie tussen wetenschap en maatschappij
Rol experts	Wetenschappers zijn experts, burgers kunnen dat ook zijn
	Experts zijn coach/supporter van de burgers
Communicatieproces	Interactief proces van uitleg en onderhandeling
	Bottom-up, tweezijdig, multidimensionaal
	Dialogoog (groepsgesprek/discussie/debat)
Rol van kennis	Wetenschappelijke kennis heeft ook onzekere kanten
	Er zijn verschillende soorten kennis
	Alle actoren hebben kennis en/of expertise

Uit: Dijkstra, 2008, p. 31, tabel 2.2. Vertaald en aangepast.

Mejlgaard en Stares (2010) zijn van mening dat de dichotomie (opdeling in twee niet overlappende concepten) van PUS en Science and Society in de huidige praktijk minder gescheiden gezien dient te worden. Deze benadering noemen ze Scientific Citizenship. De vraag is echter hoe dit Scientific Citizenship exact vorm moet krijgen (Mejlgaard & Stares, 2010).

2.2 Scientific Citizenship

Mejlgaard et al. (2010) schrijven in hun artikel dat van Scientific Citizenship geen exacte definitie te geven is. Volgens Mejlgaard et al. (2010) beschrijft Scientific Citizenship de rol die de burger actief moet oppakken binnen de kennissamenleving. Volgens hen spelen twee dimensies hierbij een belangrijke rol. De twee dimensies zijn “public competence” en “public participation” (Mejlgaard & Stares, 2010). In het artikel van Mejlgaard en Stares (2010) wordt geschreven dat de public competence dimensie voortbouwt op de PUS-kenmerken en de public participation dimensie op de Science en Society-kenmerken. Zij stellen dat de dimensies te zien zijn als uitersten van een continuüm. Volgens hen betekent Public Competence dat burgers werken aan hun begrip van wetenschap en techniek en de vaardigheden om een actieve rol te vervullen (Mejlgaard & Stares, 2010). Public Participation betekent volgens hen dat burgers ook daadwerkelijk een actieve rol innemen binnen de relatie tussen de samenleving en wetenschap en techniek (Mejlgaard & Stares, 2010). Mejlgaard en Stares (2010) schrijven dat van deze dimensies vooral de samenhang moet worden onderzocht. Volgens hen kan men spreken van Scientific Citizenship wanneer deze twee dimensies in balans zijn met elkaar (Mejlgaard, 2009).

Binnen dit onderzoek kijk ik naar Scientific Citizenship via de twee dimensies als uitersten van het continuüm: Public Competence (PC) en Public Participation (PP). In de volgende paragrafen werk ik deze begrippen verder uit met bijbehorende kenmerken.

2.3 Dimensie Public Competence

Volgens Mejlgaard en Stares (2010) houdt de Public Competence (PC) dimensie in dat burgers werken aan hun begrip van wetenschap en techniek en de vaardigheden om een actieve rol te vervullen. Zij geven drie indicatoren hierbij: feitelijke kennis, interesse in de onderwerpen en de mate van het gevoel van het op de hoogte zijn van deze onderwerpen (Mejlgaard & Stares, 2010). Volgens hen is feitelijke kennis objectief en behoren interesse en gevoel van op de hoogte zijn tot de subjectieve elementen (Mejlgaard & Stares, 2010).

2.4 Dimensie Public Participation

Mejlgaard en Stares (2010) stellen dat de Public Participation (PP) dimensie zich richt op de actieve rol van de burger in de relatie tussen wetenschap en de maatschappij. Volgens hen kan deze actieve rol tot horizontale en verticale participatie leiden (Mejlgaard & Stares, 2010). Zij leggen uit dat horizontale participatie de mate is waarin burgers deelnemen aan activiteiten uit de wetenschappelijke wereld en vakoverstijgende leeractiviteiten. Hierbij geven zij als voorbeelden het lezen over wetenschap en technologie en het discussiëren met vrienden hierover (Mejlgaard & Stares, 2010). Verticale participatie is volgens hen het deelnemen aan activiteiten die tot doel hebben om invloed uit te oefenen op beslissingsprocessen.

Om de PP dimensie te verwerken in activiteiten geven Sperling en Bencze (2010) een niveauschaal van Hodson die burgers inschaalt in een niveau van participatie. Deze niveaus zijn in tabel 3 weergegeven. Sperling en Bencze (2010) gebruiken deze niveaus als stappen die doorlopen worden door burgers in het proces tot participatie. De hoogste stap die een burger bereikt is het niveau waarop hij zich bevindt op het gebied van participatie (Sperling, 2010). Deze niveaus van Hodson zijn opgesteld voor volwassenen en daarom niet zonder vertaling toepasbaar voor leerlingen binnen een onderwijscontext.

Tabel 3: Niveaus van Hodson

Niveau 1	Het kunnen waarderen van de maatschappelijke impact van wetenschappelijke en technologische vooruitgang
Niveau 2	Erkenning van stakeholders in wetenschappelijke en technologische beslissingen en deze relateren aan financiële rijkdom en macht
Niveau 3	Ontwikkeling van een eigen mening en bijbehorende waarde-oordelen
Niveau 4	Vorbereiden van en het daadwerkelijk ondernemen van actie

Uit: Sperling en Bencze, 2010. Vertaald.

Volgens Millar and Osborne (1998) en House of Lords (Verenigd Koninkrijk) is het van belang om al vanaf een jonge leeftijd te werken aan Scientific Citizenship (House of Lords Science and Technology Select Committee, 2000). Binnen een onderwijscontext is er volgens Davies (2004) een aantal voorwaarden te noemen voor stimulering in het ontwikkelen van Scientific Citizenship. Volgens Davies (2004) moet onderwijs op het gebied van burgerschap:

1. leerlingen aanmoedigen om uitleg te geven van en over hun eigen mening en bijbehorende argumentatie,
2. leerlingen aanmoedigen om meningen en opvattingen die anders zijn dan hun eigen te tolereren en daarop te reflecteren, en
3. leerlingen aanmoedigen om te participeren in een groepsdebat binnen de schoolcontext over hun ideeën en (idealerweise) deze ervaringen te gebruiken in het leven buiten de school.

2.5 Didactische werkvormen

Bij de PC en PP dimensies komen kenmerken naar voren die ook bij het zogeheten “scaffolding” duidelijk aanwezig zijn. Nelissen, Boswinkel, and Goeij (2007) schrijven in hun artikel dat scaffolding volgens Stone inhoudt dat de leraar het leerproces van kinderen ondersteunt door het geven van hints en relevante informatie. Volgens hen kan het kind daardoor zelf aan de slag en kan de docent zich (tijdelijk) terugtrekken (Nelissen et al., 2007). Niet alleen de leraar, maar ook de andere leerlingen kunnen zich in het leerproces als ondersteunend aanbieden en een belangrijke functie vervullen (Nelissen et al., 2007). Nelissen et al. (2007) typeren scaffolding als “begeleid, interactief leren”. Zij geven vervolgens aan dat Stone en Rogoff benadrukken dat kinderen en leraren actief deelnemen in een activiteit. Een techniek die goed past bij scaffolding is revoicing, waarbij de docent in duidelijkere bewoordingen herhaalt wat de leerling probeert te zeggen (Nelissen et al., 2007). Deze praktische werkvormen en rollen zijn goed te combineren met de actieve rol van de leerlingen en de coachende rol van de docent en expert zoals in paragraaf 2.1 zijn omschreven.

Ook vanuit natuuronderwijs zijn er werkvormen waarbij aandacht wordt besteed aan de PC en PP dimensies. De Vaan en Marell (2006) onderscheiden in hun boek over de praktische didactiek voor natuuronderwijs drie leerstijlen voor onderwijs in de natuurwetenschappen in het primair onderwijs. Dit zijn spontaan ontdekkend leren, overdragend leren en ontdekkend leren (Vaan & Marell, 2006). Ze schrijven over spontaan ontdekkend leren dat dit de vorm is waarbij leerlingen het initiatief nemen en de leerkracht zich aanpast aan de leerbehoeften van de leerling (Vaan & Marell, 2006). De leerlingen besluiten daarbij zelf wat ze gaan onderzoeken en leggen zelf verbanden en de leerkracht heeft de taak om de samenwerking tussen de leerlingen te begeleiden (Vaan & Marell, 2006). Volgens De Vaan et al. (2006) is het nadeel van deze leerstijl dat het tijdrovend is en moeilijk te realiseren binnen een schoolsituatie.

Overdragend leren wordt door De Vaan et al. (2006) gekarakteriseerd als een werkwijze waarbij de leraar de inhoud van de leerstof bepaalt en de leerlingen uitsluitend met de leraar mogen meedenken. Het is daarmee tegenpool van spontaan ontdekkend leren. In de stijl van lesgeven staat de leraar tussen de natuurwetenschappelijke wereld en de leerlingen in, en communiceert over zijn waarnemingen en denkschema's (Vaan & Marell, 2006). De laatste leerstijl is het ontdekkend leren wat door De Vaan et al. (2006) beschreven wordt als tussenvorm tussen de andere leerstijlen. Zij beschrijven hierbij een gelijke rol voor de leraar en leerling in het fundamenteel bijdragen aan de inhoud van het onderwijs (Vaan & Marell, 2006). Bij ontdekkend leren wordt de benadering en de interesse van de leerlingen serieus genomen en worden ze aangemoedigd om hun omgeving onderzoekend tegemoet te treden, volgens De Vaan et al (2006). Deze leerstijl sluit het meeste aan bij de adviezen van Meijgaard (2009) om een balans te vinden tussen de PP- en PC-dimensie. Concluderend geven ze aan dat het bekend is dat de betrokkenheid van kinderen groter wordt naar mate ze meer invloed krijgen in het verloop van het leerproces (Vaan & Marell, 2006). Deze verhoogde betrokkenheid door meer invloed is ook terug te zien bij de kenmerken van Science en Society in paragraaf 2.1.

Uit het theoretisch kader is gebleken dat Scientific Citizenship wordt gecreëerd door een balans van de PC- en PP-dimensies (Mejlgaard, 2009; Mejlgaard & Stares, 2010). Deze dimensies worden daarom de leidraad voor de rest van het onderzoek. Om te beginnen analyseer ik een aantal bestaande activiteiten, over het thema energie, op deze dimensies. Op basis van de uitkomsten daarvan maak ik een opzet voor een activiteit voor leerlingen uit groep 8 van het primair onderwijs. Tenslotte is deze activiteit geëvalueerd door een expert review en pilots in de klas.

3 Onderzoeksopzet

In de onderzoeksopzet licht ik toe hoe het onderzoek opgezet en uitgevoerd is. Allereerst worden de methoden besproken en vervolgens de benadering van de deelnemers en de operationalisering. Dit hoofdstuk sluit af met de bespreking van de casus van dit onderzoek.

3.1 Methode

Achtereenvolgens bespreek ik de methoden van de documentenanalyse, het ontwikkelen van het lesontwerp, de expert review en de evaluatie van het lesontwerp.

3.1.1 Documentenanalyse

De documentenanalyse is de eerste stap in het onderzoek. Ik analyseer een aantal initiatieven die er zijn op het gebied van wetenschapscommunicatie over fusie-energie. De reden voor het uitvoeren van de documentenanalyse binnen het onderzoek is dat er informatie uit deze documenten te halen is die niet in de literatuur terug te vinden is. De documentenanalyse zorgt voor een overzicht van bestaande initiatieven en dient de vraag te beantwoorden: Welke rol spelen de dimensies Public Competence (PC) en Public Participation (PP) bij de bestaande initiatieven?

Vanuit de literatuur is bekend dat het gewenst is om deze dimensies in balans te brengen. Bij het beschrijven en analyseren richt ik me dan ook op het aanduiden van de elementen uit de twee dimensies. Als methode gebruik ik een vragenschema waarbij ik de mogelijke antwoorden indeel en koppel aan de dimensies. In deze paragraaf licht ik eerst toe op welke onderwerpen de analyse plaatsvindt om vervolgens per onderwerp de koppeling te maken met PC en PP.

De eerste onderwerpen zijn beschrijvende onderwerpen. Hierbij komt aan bod het soort activiteit, een korte omschrijving, de organisatie achter de activiteit en de primaire doelgroep. Deze beschrijvende onderwerpen geven een algemeen beeld van de activiteit en het schetsen van een kader waarbinnen de activiteit plaatsvindt of heeft plaatsgevonden.

Mejlgaard (2009) koppelt de twee dimensies aan Public Understanding of Science (PUS) en Science en Society. Vanwege de praktische toepasbaarheid van deze kenmerken gebruik ik deze voor de documentenanalyse. Deze kenmerken breng ik onder in zeven onderwerpen. De rol van de expert, rol van kennis en het communicatieproces zijn gelijk aan de kenmerkcategoryën uit het literatuurhoofdstuk. De basisveronderstellingen vertaal ik naar het primaire doel van de activiteit. Ten slotte kies ik naast het analyseren van de rol van de expert voor het analyseren van de rol van de leerling en de rol van de docent. Zo komen de belangrijkste actoren binnen de onderwijscontext aan bod.

Bij de beschrijvende onderwerpen spelen de PC en PP dimensies geen rol. Bij de analyse op het primaire doel van de activiteit volgt uit de basisveronderstellingen dat bij PC informeren en overtuigen het belangrijkste zijn. Bij PP zijn de doelen opinievorming en stimuleren tot participatie het belangrijkste. Daarnaast komt enthousiasmeren bij beide dimensies aan bod.

Het communicatieproces analyseer ik op de hoofdvorm: top-down, interactief of bottom-up. Waarbij top-down meer hoort bij de PC dimensie en interactief en bottom-up bij de PP dimensie. Qua rol van kennis speelt bij PC alleen feitelijke wetenschappelijke kennis een rol. Bij de PP dimensie komen ook opinies aan bod.

Bij de rollen van de actoren (docent, leerling en expert) is het van belang om eerst vast te stellen of ze een rol spelen. Wanneer de actoren een rol spelen, analyseer ik of deze passief (PC) of actief (PP) is. Bij de experts komt in het literatuurhoofdstuk naar voren dat de PC dimensie er vanuit gaat dat dit alleen wetenschappers zijn die feitelijke informatie aan dragen. Bij de PP dimensie kan iedereen expert zijn en kunnen experts opinies leveren en optreden in een coachende rol. De verwachtingen van de leerlingen zijn ook verschillend bij de dimensies. Bij het vertalen van de kenmerken van de rol van de burgers uit tabel 1 en 2 komt bij de PC dimensie kennisopname, beantwoorden van vragen en maken van opdrachten terug. Voor PP zijn het stellen van vragen, bedenken en uitvoeren van experimenten, kennis vergaren, onderzoek doen, meningsvorming en discussie voeren te onderscheiden.

De onderwerpen met bijbehorende vragen en PC en PP dimensie kenmerken zijn verwerkt in een schema waarmee de documentenanalyse uitgevoerd kan worden. Zie tabel 4.

3.1.2 Lesontwerp

Het lesontwerp wordt opgezet aan de hand van de uit de literatuur en documentenanalyse verkregen richtlijnen. Het lesontwerp bestaat uit verschillende middelen, afhankelijk van de opgestelde richtlijnen. In het hoofdstuk 4 is de uitwerking van de richtlijnen tot lesontwerp opgenomen worden. De bijbehorende middelen zijn te vinden in bijlage B.

3.1.3 Expert review

De expert review wordt door drie experts gedaan. De eerste twee experts hebben een achtergrond in het onderwijs om de educatieve kant goed onderbouwd te krijgen. De derde expert doet onderzoek naar activiteitenontwikkeling en designprincipes en kan daarmee een bijdrage leveren vanuit de theorie hierachter. Dit zijn twee pabo-docenten en een onderzoeker van activiteiten voor talentontwikkeling op het gebied van wetenschap en techniek.

Deze experts krijgen de materialen, behorende bij het lesontwerp inclusief onderbouwing, ter review aangeboden. De review wordt individueel en schriftelijk gedaan. Ze zijn vrij om te reviewen op alle mogelijke onderwerpen, maar krijgen de instructie om het voornamelijk vanuit hun eigen professionele vakgebied te bekijken. Met de resultaten van de expert review is het lesontwerp verbeterd.

3.1.4 Evaluatie lesontwerp

Voor de evaluatie van het aangepaste lesontwerp vindt er een pilot plaats bij de twee groepen 8 op een basisschool in Eindhoven. De hele klas neemt deel aan de pilot. Dit zijn in totaal 49 leerlingen in de leeftijd van 10 tot 12 jaar. De lessenserie wordt uitgevoerd in plaats van het energiehoofdstuk uit de methode “Wijzer door de natuur”, welke normaal in de eerste weken van het schooljaar behandeld wordt.

De analyse vindt plaats op de dimensies PC en PP. De evaluatie gebeurt door middel van vragenlijsten en een vraaggelsgesprek met de leerlingen in groepjes. Voor de analyse van de activiteiten die de leerlingen doen, gebruik ik video-opnames van een deel van de activiteit. De volledige operationalisering is te vinden in paragraaf 3.3.

Tabel 4: Opbouw documentenanalyse

Onderwerp	Vragen	PC	PP
Omschrijving	Wat voor een soort initiatief is het?	-	-
Organisatie	Welke organisatie draagt zorg voor de uitvoering? Welke organisatie heeft het initiatief ontwikkeld?	-	-
Primaire doelgroep	Wat is de hoofddoelgroep van het initiatief?	-	-
Primaire doel	Wat is het primaire doel van de activiteit?	Informereren Overtuigen	Opinievorming Stimuleren
		Enthousiasmeren	
Communicatieproces	Welke communicatieproces is dominant?	Top-down	Bottom-up Interactief
Rol van kennis	Welke kennis wordt er over gedragen?	Feitelijke wetenschappelijke kennis	Opinies
Rol docent	Welke rol speelt de docent bij dit initiatief? Is dit een actieve of passieve rol?	Geen rol Passieve rol	Actieve en coachende rol
Rol leerling	Welke rol speelt de leerling bij dit initiatief?	Kennisopname Beantwoorden van vragen Opdrachten maken	Stellen van vragen Kennis vergaren Experimenten bedenken Experimenten uitvoeren Onderzoek doen Meningsvorming Discussie voeren
	Is dit een actieve of passieve rol?	Geen rol Passieve rol	Actieve rol
Rol expert	Welke rol speelt de expert bij dit initiatief?	Wetenschappers leveren informatie	Expert (niet per sé wetenschappers) leveren opinies Expert (niet per sé wetenschappers) treden op als coach
	Is dit een actieve of passieve rol?	Geen rol Passieve rol	Actieve rol

3.2 Benadering deelnemers

De experts zijn geworven via de instellingen Fontys Hogescholen, Hogeschool de Kempel Pabo en Eindhoven School of Education. Dit zijn allen vaste contacten van Stichting Techniekpromotie. Per expert is er een tijdspanne van 2 uur gevraagd voor de review.

De basisschool voor de pilots is geworven via de reguliere contacten van Stichting Techniekpromotie. Binnen de school is de vraag uitgezet bij de docenten van de beide groepen 8. Beide docenten hebben enthousiast gereageerd en wilden graag met hun klas meewerken. De scholieren hebben een brief gekregen voor hun ouders waarin aangekondigd werd dat er een pilot werd uitgevoerd op de school. De ouders en leerlingen zelf konden bezwaar maken tegen het maken van filmopnames. Er is geen bezwaar gemaakt.

3.3 Operationalisering

Het uitgevoerde lesontwerp is als pilot op diverse elementen geëvalueerd. Dit is gedaan met korte vragenlijsten vooraf, na elk onderdeel en achteraf. Daarnaast zijn er opnames gemaakt van de groepsdiscussie en zijn er evaluatieve gesprekken georganiseerd.

Het is belangrijk om het doel van het lesontwerp te evalueren en daarom is dit gecombineerd met evaluatie van het lesontwerp. Ik bekijk de dimensies PC en PP met de gevonden eigenschappen en meetinstrumenten uit de literatuur. De PC dimensie bekijk ik door het meten van de feitelijke kennis, interesse in het onderwerp en de mate van gevoel van op de hoogte zijn van het onderwerp zoals in paragraaf 2.3 beschreven. Vanuit de dimensie PP analyseer ik het lesontwerp op de bereikte niveaus van Hodson, adviezen van Davies en meningsvorming, participatie van de leerlingen en ervaren stimulering van de leerlingen zoals aangegeven in paragraaf 2.4. Om de analyse volledig te maken zijn nog de volgende onderwerpen geëvalueerd: maatschappelijke relevantie, impact eigen belevingswereld en waardering van de activiteit.

Het meten van de feitelijke kennis van de leerlingen doe ik met de methode zoals gebruikt door Uum, Rohaan, and Bakx (2012) in hun onderzoek naar de opbrengsten van wetenschap- en techniekactiviteiten van sCoolscience. De gebruikte methode is een pre-test met een woordspin en een post-test waarbij de woordspin aangevuld mag worden. Het sleutelbegrip binnen ons lesontwerp is “energie”. Dit sleutelbegrip vormt het eerste begrip van de woordspinnen.

Het meten van de interesse in het onderwerp en de mate van het gevoel van het op de hoogte zijn van het onderwerp meet ik met 2 vragen met een 5-punts Likert-scale in pre- en posttest.

Om te bepalen welk niveau de leerlingen op de schaal van Hodson bereiken zijn in de pre- en posttest zes 5-punts Likert-scale vragen opgenomen. Om te bepalen of de adviezen van Davies zijn nageleefd binnen het lesontwerp, worden deze geëvalueerd tijdens het semi-gestructureerde interview met de discussiegroepen na de uitvoering van het lesontwerp.

De participatie van de leerlingen en de mate waarin zij zich gestimuleerd voelen wordt na elk van de vier delen van de activiteit gemeten door het invullen van zes vragen op een 5-punts Likert-scale.

De onderwerpen maatschappelijke relevantie en impact eigen belevingswereld komen tijdens het semi-gestructureerde interview met de discussiegroepen na de uitvoering van het lesontwerp aan bod. Tenslotte is de waardering van de activiteit gemeten door te vragen naar een rapportcijfer en de waardering op een 5-punts Likert-scale.

Wanneer ik resultaten tussen de pre-test en post-test vergelijk gebruik ik de t-toets voor onafhankelijke steekproeven met significantieniveau $\alpha = 0.05$. Hiermee veronderstel ik dat de steekproeven uit een normale verdeling komen. Dit is geen bijzondere veronderstelling in deze situatie. Ik neem ook aan dat de varianties gelijk zijn. Aanname van ongelijke varianties leidt niet tot andere significantie-conclusies.

In tabel 5 is deze analyse van de pilot van het lesontwerp schematisch weergegeven. De uitgewerkte vragenlijsten en het interviewschema zijn te vinden in bijlage C.

Tabel 5 Overzicht evaluatie pilots

Thema	Vraag	Meetinstrument	Meetmoment
Dimensie PC: Feitelijke kennis	Is de kennis over energie vergroot bij de leerlingen?	Woordspin	Pre- en posttest
Dimensie PC: Interesse in het onderwerp	Is de interesse in het onderwerp energie vergroot bij de leerlingen?	5 punts Likert-scale vraag	Pre- en posttest
Dimensie PC: Mate van het gevoel van op de hoogte zijn van het onderwerp energie	Vinden de leerlingen dat ze beter op de hoogte zijn van het onderwerp energie na de activiteit?	5 punts Likert-scale vraag	Pre- en posttest
Dimensie PP: Niveaus van Hodson	Tot welk niveau op de schaal van Hodson komen de leerlingen	1 Likert-scale vraag per niveau	Pre- en posttest
Dimensie PP: Adviezen van Davies en meningsvorming	Zijn de 3 voorwaarden van Davies verwerkt in het lesontwerp?	Vragen tijdens semi-gestructureerd interview	Interview na activiteit
	Hebben de leerlingen een mening gevormd?	Open vraag	Interview na activiteit
Dimensie PP: Participatie van de leerlingen en actieve rol	Kunnen de leerlingen participeren?	5 punts Likert-scale vraag	Na elk deel
	Hebben de leerlingen ervaren dat ze een actieve rol hadden?	Open vraag	Interview na activiteit
Dimensie PP: Stimulering van leerlingen	Zijn leerlingen gestimuleerd om deel te nemen aan de activiteit?	5 punts Likert-scale vraag	Na elk deel
Maatschappelijke relevantie	Is de maatschappelijke relevantie duidelijk voor de leerlingen?	Open vraag	Interview na activiteit
Impact eigen belevingswereld	Is de impact voor de eigen belevingswereld duidelijk voor de leerlingen?	Open vraag	Interview na activiteit
Waardering activiteit	Vonden de leerlingen het leuk om deze activiteit te doen?	Rapportcijfer en 5 punts Likert-scale vraag	Post-test

3.4 Casus: Fusie-energie

Stichting Techniekpromotie heeft als inhoudelijke casus energie aangereikt. Specifiek dient de interventie-activiteit het thema fusie-energie te bevatten. Om te verantwoorden dat fusie-energie een geschikte casus is voor dit onderzoek ga ik in deze paragraaf kort in op deze casus. Belangrijk is dat er omtrent de casus er mogelijke discussiepunten zijn, zodat deze geschikt is voor het voeren van een groepsdiscussie. Deze paragraaf eindigt met de verantwoording van de voorkennis die veronderstelt wordt bij leerlingen uit groep 8 van het basisonderwijs zodat dit als inhoudelijk uitgangspunt meegenomen kan worden voor het activiteitontwerp.

Casusverantwoording

In “Kernfusie, een zon op aarde”, een uitgave van FOM-instituut voor plasmafysica door dr. Ir. M.T. Westra (2010), staat het volgende over kernfusie (p.1):

“Kernfusie, het proces waarbij lichte kernen samensmelten tot zwaardere, is de energiebron van de zon en de sterren. Sinds de wetenschap zich voor het eerst realiseerde wat de oorzaak is van de enorme hoeveelheid energie die de zon uitstraalt, is het een droom geweest om die energiebron op aarde te leren beheersen. Aan het begin van het fusieonderzoek voorspelde men dat een werkende fusiereactor binnen 20 jaar realiseerbaar moest zijn, maar dat bleek te optimistisch. Inmiddels is er veel meer bekend over deze vrijwel onuitputtelijke en schone bron van energie.”

Fusie-energie belooft een oplossing te zijn voor het energieprobleem. Het energieprobleem is kort te omschrijven als een tekort aan productie van energie voor de sterk groeiende vraag in de wereld. Westra (2010) schrijft hierover het volgende:

“Die vooruitgang, waaronder de productie van fusie-energie tot een niveau van 16 Megawatt – gedurende de korte pulsen die kenmerkend zijn voor de huidige generatie experimenten – bevestigt dat fusie als geloofwaardige energie-optie beschouwd kan worden met de potentie voor grootschalige en schone energieopwekking.”

Om discussie te kunnen voeren zijn er onzekerheden nodig omtrent de nieuwe technologie. Deze zijn er bij fusie-energie. Westra (2010) geeft aan dat deze technologie op het punt staat van de overgang van fundamenteel onderzoek naar technologische ontwikkeling. Hij zegt ook in zijn stuk dat er nog materiaalonderzoek gedaan moet worden om de haalbaarheid aan te tonen. Voor het aantonen dat fusie-energie daadwerkelijk technische mogelijk en rendabel is, is nog minimaal 30 jaar nodig (Westra, 2010). Ook de aantrekkelijkheid op het gebied van veiligheid en milieu moet nog aangetoond worden volgens Westra (2010).

Ook Parkins (2006) heeft vele twijfels over de haalbaarheid van fusie-energie als energiebron en stelt zelfs dat het onmogelijk is. In reactie daarop heeft Cardozo aangegeven in een artikel van Veerman (2006) de argumenten stuk voor stuk te kunnen neerhalen. Over het argument van Parkins dat een wand voor een fusiereactor nooit genoeg warmte kan afvoeren zegt Cardozo dat deze wanden al ontworpen en gebouwd zijn (Veerman, 2006).

Uit voorgaande alinea's is de conclusie te trekken dat fusie-energie zowel veelbelovend is, als omstreden. Dit maakt fusie-energie geschikt als casus voor het voeren van een groepsdiscussie.

Voorkennis

Voor de onderbouwing van de veronderstelde voorkennis over het energieprobleem en fusie-energie gebruik ik TULE van SLO (nationaal expertisecentrum leerplanontwikkeling). Het project Tussendoelen & leerlijnen (TULE) heeft de kerndoelen van het primair onderwijs uitgewerkt voor alle leergebieden die daarbij horen. TULE is gemaakt voor onder andere leermiddelenontwikkelaars om een richtlijn te geven voor ontwikkeling.

De kerndoelen 42, 44, 45 en 49 sluiten aan bij de casus. Dit zijn:

- Kerndoel 42: De leerlingen leren onderzoek doen aan materialen en natuurkundige verschijnselen, zoals licht, geluid, elektriciteit, kracht, magnetisme en temperatuur.
- Kerndoel 44: De leerlingen leren bij producten uit hun eigen omgeving relaties te leggen tussen de werking, de vorm en het materiaalgebruik.
- Kerndoel 45: De leerlingen leren oplossingen voor technische problemen te ontwerpen, deze uit te voeren en te evalueren.
- Kerndoel 49: De leerlingen leren over de mondiale ruimtelijke spreiding van bevolkingsconcentraties en godsdiensten, van klimaten, energiebronnen en van natuurlandschappen zoals vulkanen, woestijnen, tropische regenwouden, hooggebergten en rivieren.

In tabel 6 staat een overzicht van de concepten die op de verschillende niveaus aan bod komen volgens TULE.

Als voorkennis over de casus veronderstel ik, met de informatie vanuit TULE:

- Leerlingen weten wat energie is
- Leerlingen kennen de energiebronnen: hout, steenkool, gas, olie, water, wind en zon
- Leerlingen weten wat elektriciteit is
- Leerlingen weten wat magnetisme is

De volgende kennis hebben de leerlingen nog niet (of onvoldoende):

- Leerlingen kennen het energieprobleem
- Leerlingen weten wat fusie-energie is
- Leerlingen kennen voor- en nadelen van energiebronnen
- Leerlingen kunnen energiebronnen vergelijken

Tabel 6: TULE uitwerking van kerndoelen op het gebied van energie

Kerndoel	Thema	Groep 1/2	Groep 3/4	Groep 5/6	Groep 7/8
42	Elektriciteit			Stroom gaat rond in een gesloten circuit	Elektriciteit kan gevaarlijk zijn voor de mens Sommige materialen geleiden stroom andere niet
	Magnetisme	ervaren dat (onderdelen van) voorwerpen wel of niet magnetisch zijn	onderscheiden voorwerpen die wel of niet magnetisch zijn	magnetisme is een eigenschap van materialen Magneten hebben een noord- en een zuidpool	Elektrische stroom wekt een magneetveld op Een bewegende magneet wekt elektrische stroom op (dynamo)
44	Energiebronnen	Handmatig, wind, water	Elektriciteit, hout	Olie, gas, zon	
45	Energiebronnen	Eigen lichaam, wind, water, gas, hout	Elektriciteit	Batterij, zonnecel	Magnetisme
49	Energiebronnen	Wind en water	Windenergie, waterenergie	Aardgas, aardolie, steenkool, zon, wind	Olie, gas, steenkool, waterkracht, uranium,

De casus is in deze paragraaf bekeken om discussiepunten te vinden en om de voorkennis van de leerlingen vast te stellen. In het volgende hoofdstuk bespreek ik de resultaten van het onderzoek.

4 Resultaten

In het resultatenhoofdstuk besteed ik als eerste aandacht aan de resultaten van de documentenanalyse, die gebruikt zijn bij het maken van het lesontwerp. Dit lesontwerp beschrijf ik vervolgens. Het resultatenhoofdstuk eindigt met een bespreking van de resultaten van de expert review en de resultaten van de pilots.

4.1 Documentenanalyse

In deze paragraaf bespreek ik acht gevonden initiatieven die fusie-energie behandelen. Deze bespreking doe ik met de methode die in tabel 4 is omschreven om zo te bepalen welke elementen uit de dimensies Public Competence (PC) en Public Participation (PP) ze bevatten. Daarna geef ik de betekenis ervan voor het lesontwerp aan. Deze betekenis vat ik samen in een tabel die als richtlijn voor het lesontwerp dient.

Bespreking

Een totaaloverzicht van de besproken elementen per initiatief is te vinden in tabel 7.

Fusion Road Show

De Fusion Road Show is een combinatie tussen een lezing en interactieve presentatie met een duur van 45 minuten voor 100 tot 600 leerlingen. De show wordt door zowel FOM als de TU Eindhoven uitgevoerd voor leerlingen uit de bovenbouw van het vwo. Het voornaamste doel is het enthousiasmeren van het publiek voor fusie-energie. Het communicatieproces is grotendeels top down, maar is er een mogelijkheid tot mondeling reageren en vragen stellen. In het begin wordt kort het energieprobleem behandeld waarna er over wordt gegaan tot het theoretisch bouwen van een fusie-energievoorziening.

Tenslotte wordt de huidige stand van zaken betreffende onderzoek en praktijk aangestipt. Het publiek wordt uitgenodigd om mee te denken, maar heeft over het algemeen een passieve rol in het opnemen van kennis. Er is geen rol voor de docent. Van de leerlingen wordt verwacht dat ze tijdens de show meedenken met de vragen die er aan het publiek worden gesteld. Daarnaast dienen ze de vertelde kennis op te nemen. De experts zijn wetenschappers en medewerkers van FOM en de TU Eindhoven en zijn de enigen met kennis.

Bij de Fusion Road Show komen voornamelijk kenmerken uit de PC dimensie terug.

Kernfusie, een zon op aarde

“Kernfusie, een zon op aarde” is een informatiemap welke is uitgegeven door FOM-instituut voor plasmafysica Rijnhuizen. De vierentwintig pagina's tellende bundel bevat feitelijke informatie over kernfusie als natuurkundig verschijnsel en heeft daarnaast de status van het fusieonderzoek weer voor volwassenen. Het doel is het informeren van algemeen publiek dat nog niet veel weet over fusie-energie, maar wel enigszins wetenschappelijk of technisch onderlegd is. De informatie wordt via een schriftelijk top down communicatieproces over gedragen. Het publiek neemt kennis op via het lezen van de bundel. De wetenschappers en medewerkers van FOM zijn de enige experts en leveren de feitelijke kennis.

Deze informatiemap bevindt zich volledig in de PC dimensie.

Uitzending Labyrint

Labyrint is het populair wetenschapsprogramma dat wordt gemaakt in een samenwerking tussen de NTR en VPRO. De televisie-uitzending met de titel “Het temmen van de zon” besteed aandacht aan fusie-energie en laat drie deskundigen aan het woord. De uitzending richt zich op volwassenen en wil het publiek informeren en een mening laten vormen. De uitzending is audiovisueel en leidt in eerste instantie tot een top down communicatieproces, maar via de mogelijkheid tot het stellen van vragen via een chatfunctie en Twitter kan er een tweezijdig communicatieproces plaatsvinden. Er wordt gekeken naar drie verschillende reactoren waarin kernfusie zou kunnen plaatsvinden en wat daarbij komt kijken. Wetenschappers geven hun mening over de verschillende reactoren. Wanneer deze functionaliteit meegenomen wordt dan reageren de experts ook op vragen uit het publiek.

De uitzending heeft naast een groot aantal kenmerken van de PC dimensie ook een aantal PP kenmerken zoals het aanstippen van onzekerheden en het aan bod laten komen van opinies. De chat- en twitterfunctionaliteit behoort volledig tot de PP dimensie. Het publiek is leidend hierin en vergaart informatie naar aanleiding van de eigen interesses. Het communicatieproces is multidimensionaal en allerlei soorten kennis kunnen in een open groepsgesprek aan bod komen.

NLT Kernfusie

Natuur, leven en technologie (NLT) is een vak in de bovenbouw van het voortgezet onderwijs. Voor dit vak zijn een aantal gecertificeerde keuzemodules gemaakt. De module met het thema kernfusie bestaat uit een boekwerk van 128 pagina's met informatieve tekst, schriftelijke opdrachten en proeven. De ontwikkeling van de module is gedaan door FOM in samenwerking met twee voortgezet onderwijs scholen. De certificering heeft op 30 oktober 2008 plaatsgevonden door de Stuurgroep NLT. De module is gemaakt voor vwo 5/6 leerlingen in het profiel NT en eventueel ook NG.

De module is voornamelijk gericht op kennisoverdracht over een aantal essentiële technische beslissingen die een rol spelen bij de bouw van een fusie-energiecentrale. Na het doorlopen van de module zouden de leerlingen een beeld moeten hebben van fusie als energiebron, het onderzoek daarnaar en hoe dit zou kunnen bijdragen aan een veilige en duurzame energievoorziening. De docent die deze module inzet heeft de mogelijkheid om de leerlingen zelfstandig de module te laten doorlopen of er een interactieve les van te maken. Het communicatieproces blijft grotendeels top down met feedback mogelijkheid naar de docent. Van de leerlingen wordt verwacht dat ze ook zelf een kleinschalig onderzoek opzetten en een portfolio opbouwen. De wetenschappelijke experts hebben de inhoud bepaald van de module en deze ook geleverd.

De module is volledig vanuit de PC dimensie opgesteld. Door te informeren worden de leerlingen overtuigd dat fusie-energie een goede en haalbare oplossing is voor het energieprobleem.

Fusie-energie.nl

De website fusie-energie.nl is een product van FOM en ontsluit informatie over onderzoek naar fusie-energie, de Fusion Road Show en het NLT-experiment naar de betreffende doelgroepen. Het is een soort van portal voor scholieren en volwassenen om aan hun informatiebehoefte te voldoen. Het hoofddoel is informeren via een schriftelijk top down communicatieproces. Van de bezoekers van de site wordt verwacht dat ze kennis opnemen. De experts zijn alleen de wetenschappers en zij leveren de inhoud voor de site aan.

De website is opgebouwd vanuit de PC dimensie.

Het NLT-experiment

Deze activiteitendag is een verlengde van de NLT module Kernfusie. De leerlingen (vwo 5/6, profiel NT en eventueel NG) gaan een dag (11- 16u) zelf experimenteren bij FOM. Het NLT-experiment kan additioneel worden gedaan bij de NLT-module of ter vervanging van de praktische opdrachten. Tijdens het NLT-experiment meten de leerlingen zelf de Paschen curve. Ter voorbereiding krijgen de leerlingen een opdracht van ongeveer een half uur die ze in de klas moeten doen. Tijdens het de dag bij FOM krijgen ze een inleidend college over de energieproblematiek en fusie-energie als mogelijke oplossing.

Het doel van dit initiatief is het enthousiasmeren en informeren van de leerlingen via een interactief communicatieproces. Naast kennisoverdracht leren de leerlingen ook het opzetten en uitvoeren van experimenten. De docent speelt geen rol, maar van de leerlingen wordt verwacht dat ze zelfstandig het experiment kunnen uitvoeren. De experts zijn de wetenschappers en medewerkers van FOM. Naast het leveren van de wetenschappelijke kennis bepalen zij ook welke onderwerpen er aan bod komen.

Het NLT-experiment kent uitsluitend kenmerken uit het PC dimensie.

HOTenergy

Deze workshop voor primair onderwijs, groep 8, is ontwikkeld door Liesbeth van Hees in opdracht van het Science Centre Delft. Naast HOTenergy bestaat ook de COOLenergy variant. Het verschil zit in de behandelde thema's. Bij COOLenergy komen windenergie, waterenergie, spierkracht en batterijen aan bod en bij HOTenergy komen olie, gas, zonne-energie, waterstof en kernfusie aan bod. De workshops bestaan uit een introductieverhaal, een digitaal spel, bouwopdrachten (bij COOL een zeilwagen en bij HOT een zonneoven) en een onderlinge wedstrijd. Bij het doorlopen van het digitale spel verdienen de teams van leerlingen onderdelen voor de bouwopdrachten.

Het doel van dit initiatief is het enthousiasmeren en informeren van deze leerlingen via een schriftelijk top down communicatieproces. Naast de kennisoverdracht leren ze ook hoe ze een zonneoven moeten bouwen. De docent speelt geen rol bij de activiteit. De wetenschappers zijn de experts en hebben de feitelijke kennis voor de activiteit verzorgd.

Deze activiteit heeft voornamelijk kenmerken uit de PC dimensie. Het gebruik van het computerprogramma is ondersteunend. Het uiteindelijk bouwen van het oventje is meer PP gericht. Dit is slechts een klein deel van de activiteit.

Basisuniversiteit Kernfusie

De Basisuniversiteit geeft kinderen de mogelijkheid om onderzoek te doen buiten schooltijd. Dit doen ze dan samen met experts uit het bedrijfsleven of de wetenschap. Van de leerlingen vanaf 10 jaar wordt verwacht dat ze 3 tot 7 bijeenkomsten aanwezig zijn en daarnaast thuis werken aan het onderzoek. Bij de basisuniversiteit over Kernfusie zijn er drie bijeenkomsten. De eerste bijeenkomst staat in het teken van kennisoverdracht. De begrippen atoombouw, kernenergie, kernfusie en fusie-energie komen aan bod. De tweede bijeenkomst is een bezoek aan FOM en bij de laatste bijeenkomst bezoeken de leerlingen de sterrenwacht Utrecht waar ook de uitkomsten van de onderzoeken werden gepresenteerd.

Het doel is de leerlingen informeren, enthousiasmeren en stimuleren. De basisuniversiteit is interactief en deels bottom-up qua communicatieproces aangezien de leerlingen zelf hun onderzoeksonderwerp mogen bepalen. Naast het opnemen van kennis leren ze ook deze te vergaren, analyseren en gebruiken. Daarbij vindt ook meningsvorming plaats en gaan ze experimenten uitvoeren. De docenten zijn niet betrokken bij de basisuniversiteit. De externe begeleider neemt de rol van coach en supporter van de kinderen op zich. De experts zijn niet alleen de wetenschappers, maar ook de kinderen, doordat ze uit eigen onderzoek kennis vergaren en dit delen met de andere kinderen.

Bij de basisuniversiteit komen zowel kenmerken van de PC als de PP dimensie naar voren. Doordat de leerlingen zelf de leiding nemen in het vergaren van kennis naast de aangeboden kennis komt de PP dimensie aan bod. Deze dimensies zijn nog niet gelijkwaardig in deze activiteit aangezien de PC dimensie overheerst door de hoeveelheid aan vaste aangeboden kennis en de belangrijke rol die deze kennis speelt.

Tabel 7 Documentenanalyse

	Activiteit	Omschrijving	Organisatie	Primaire doelgroep	Primaire doel	Communicatie proces	Rol van kennis	Rol docent	Rol leerling/publiek	Rol expert
1	Fusion Road Show	Lezing/presentatie over ontwikkelingen kernfusie	FOM, Kernfusiegroep TU/e	Vwo 4/5/6	Enthousiasmeren	Top down	Feitelijke kennis: Energieprobleem Fusie-energie winning Fusiecentrale Onderzoeksstatus	Geen	Kennisopname en beantwoorden van vragen	Wetenschappers leveren informatie
2	Kernfusie, een zon op aarde	Informatiemap	FOM	Volwassenen	Informereren	Top down	Feitelijke kennis: Fusie-energie	Nvt	Kennisopname	Wetenschappers leveren informatie
3	Uitzending Labyrint	Item in wetenschaps televisieprogramma	NTR, VPRO	Volwassenen	Informereren Opinievorming	Top down	Feitelijke kennis: Fusie-energie Onderzoeksstatus Opinies: Opinies van wetenschappers over vormen van fusie-energie	Nvt	Kennisopname Meningsvorming	Wetenschappers leveren informatie en opinies (Wetenschappers reageren op het publiek)**
4	Kernfusie NLT	NLT-module: lesbundel met vragen en opdrachten	FOM, NLT, betasteunpunt Utrecht	Vwo 5/6 NT (evt NG)	Informereren	Top down	Feitelijke kennis: Energie Energiebronnen Fusie-energie Chemische reacties Plasma Randvoorwaarden Fusiecentrale Onderzoeksstatus	Divers: eigen invulling	Divers, minimaal kennisopname en opdrachten maken	Wetenschappers leveren informatie
5	www.fusie-energie.nl	Informatieve website	FOM	Scholieren	Informereren	Top down	Feitelijke kennis: Fusie-energie Fusiecentrale Onderzoeksstatus	Nvt	Kennisopname	Wetenschappers leveren informatie

	Activiteit	Omschrijving	Organisatie	Primaire doelgroep	Primaire doel	Communicatie proces	Rol van kennis	Rol docent	Rol leerling/publiek	Rol expert
6	Het NLT-experiment	Experimentendag	FOM	Vwo 5/6 NT (evt NG)	Enthousiasmeren Informeren	Interactief	Feitelijke kennis: Energie Energiebronnen Fusie-energie Chemische reacties Plasma Randvoorwaarden Fusiecentrale Onderzoeksstatus	Geen	Experimenten uitvoeren Kennisopname	Wetenschappers leveren informatie
7	HOTenergy	Computerworkshop met bouwopdrachten in spelvorm	TU Delft; Science Centre Delft	Basisschool groep 8 leerlingen	Enthousiasmeren Informeren	Top down	Feitelijke kennis: Energie Energiebronnen Fusie-energie	Geen	Kennisopname Constructie bouwen	Wetenschappers leveren informatie
8	Basisuniversiteit Kernfusie	Eenmalige begeleiding van groep PO-leerlingen	Basis universiteit	Basisschool leerlingen va 10 jaar	Enthousiasmeren Informeren Stimuleren	Deels bottom up Interactief	Feitelijke kennis: Energie Energiebronnen Fusie-energie Individuele thema's	Geen	Onderzoek doen Kennisopname Kennis vergaren Experimenten bedenken en uitvoeren	Externe begeleider treedt op als coach Wetenschappers leveren informatie

Betekenis voor lesontwerp

Er zijn enkele initiatieven georganiseerd om het thema fusie-energie aan te snijden bij een divers publiek. Voor de doelgroep basisschoolleerlingen zijn er slechts twee activiteiten.

Het doel van de acht activiteiten is voornamelijk informeren. Daarnaast komt enthousiasmeren regelmatig aan bod, zoals bij de Fusion Road Show, Het NLT-experiment, HOTenergy en de basisuniversiteit. Opinievorming is alleen een doelstelling van de Labyrint uitzending en stimuleren alleen van de basisuniversiteit. Op het continuüm van de PC en PP dimensie bevinden de meeste initiatieven zich veel dicht bij de PC kant dan bij de PP kant.

Om de balans te realiseren tussen PC en PP dienen zowel informeren, opinievorming als stimuleren aan bod te komen binnen het nieuwe lesontwerp. Overtuigen is niet te combineren met vrije opinievorming. Voor het lesontwerp ligt de focus op de opinievorming, omdat de PP dimensie ondervertegenwoordigd is bij de bestaande initiatieven.

Het communicatieproces is over het algemeen top-down gericht, behalve bij de basisuniversiteit. Binnen het nieuwe lesontwerp dient dit ook terug te komen om de PC dimensie te vertegenwoordigen, maar daarnaast moet er ook voldoende ruimte zijn voor een bottom-up proces. Dit is bij de basisuniversiteit gerealiseerd doordat de leerlingen de vrijheid kregen om zelf informatie te zoeken en zo mee te bepalen welke onderwerpen er aan bod kwamen.

Feitelijke wetenschappelijke kennis komt in elke activiteit terug en is daarom ook een onderdeel van het nieuwe lesontwerp. Opinies komen slechts bij twee activiteiten terug (Labyrint uitzending en basisuniversiteit). Om de PP dimensie op het gebied van de rol van kennis tot zijn recht te laten komen dienen opinies, naast feitelijke wetenschappelijke kennis een rol te spelen bij het nieuwe lesontwerp. Bij de basisuniversiteit vormen de leerlingen zelf een eigen mening naar aanleiding van zelf gezochte opinies. Dit is een manier om opinies een rol te laten spelen in de activiteit.

Als laatste is er de rol van de actoren. De docent krijgt nauwelijks een rol in de bestaande activiteiten. Dit kan er mee te maken hebben dat docenten niet in het communicatieproces zitten (bij de informatiemap kernfusie en de uitzending van Labyrint) of dat er gekozen wordt om niet afhankelijk te zijn van de interesse en vaardigheden van de docent (Fusion Road Show, HOTenergy en het NLT-experiment). Bij de NLT-module is de VO-docent wel aan zet om in de klas het voortouw te nemen. In het nieuwe lesontwerp wil ik een actieve en coachende rol geven aan de docent om te onderzoeken of deze mogelijkheid succesvol kan zijn.

Voor de leerlingen zijn er diverse rollen weggelegd bij de bestaande activiteiten. Bij slechts drie activiteiten is een rol terug te zien die zich niet helemaal aan de PC kant bevindt in het continuüm. Dit is het geval bij de NLT-module met het NLT-experiment en de basisuniversiteit. Het nieuwe lesontwerp heeft daarom een focus op de rollen uit de PP kant van het continuüm. Om niet alles te verwerken en het realiseerbaar te houden worden de experimenten-vaardigheden niet meegenomen. De vaardigheden en rollen die aan bod moeten komen voor de leerlingen zijn als volgt: kennis vergaren, meningsvorming en discussie voeren.

De rol van experts dient zowel op het gebied van informatie en opinies verschaffen te zijn als coachend. De coachende rol komt alleen bij de basisuniversiteit aan bod. Daar wordt deze vervuld door een wetenschapper. Om de experts niet alleen wetenschappers te laten zijn, krijgen docenten ook deze coachende rol te vervullen in het nieuwe lesontwerp.

De besproken betekenis voor het lesontwerp in de voorgaande alinea's laat zien dat de initiatieven zich meer aan de PC kant van het continuüm begeven dan aan de PP kant. Voor het nieuwe lesontwerp ligt de uitgading om meer richting de PP kant van het continuüm in te streken. De hiervoor gevonden elementen uit de documentenanalyse zijn schematisch weergegeven in tabel 8, die een van de uitgangspunten is voor het lesontwerp.

Tabel 8 Elementen uit documentenanalyse voor lesontwerp

Onderwerp	Meenemen in lesontwerp	Manier
Primaire doel	Informeren Opinievorming Stimuleren	
Communicatieproces	Top-down Bottom-up	Informatieverstrekking Leerlingen zoeken zelf naar informatie binnen het thema
Rol van kennis	Feitelijke wetenschappelijke kennis Opinies	Leerlingen vergaren kennis en vormen een eigen mening met behulp van deze vergaarde kennis
Rol docent	Actieve rol	Optreden als coach Discussie leiden
Rol leerling	Actieve rol	Kennis vergaren Meningsvorming Discussie voeren
Rol expert	Actieve rol	Experts leveren informatie Experts leveren opinies Experts (en docenten) treden op als coach

4.2 Beschrijving lesontwerp

In deze paragraaf beschrijf ik hoe de informatie uit het theoretisch kader en de documentenanalyse verwerkt is tot een lesontwerp. Ik begin met het beschrijven van de manier waarop de theoretische elementen meegenomen zijn in het lesontwerp. Dit doe ik door vanuit de theoretische elementen voorwaarden op te stellen voor het lesontwerp. Deze voorwaarden voeg ik vervolgens samen met de elementen die uit de documentenanalyse naar voren zijn gekomen om zo een leidraad te hebben voor het lesontwerp. Ten slotte geef ik aan hoe deze leidraad is uitgewerkt tot een docenteninstructie en leerlingwerkboek.

Beschrijving opstellen voorwaarden

Er zijn in het onderzoek vier bronnen van input voor het lesontwerp aan bod gekomen. Dit zijn de adviezen van Davies (paragraaf 2.2), niveaus van Hodson (paragraaf 2.4), uitwerking van de Public Competence (PC) en Public Participation (PP) dimensie (paragraaf 2.3 en 2.4) en de resultaten van de documentenanalyse.

Geïnspireerd op de adviezen van Davies uit paragraaf 2.2 neem ik een groepsdiscussie op in het lesontwerp. In deze groepsdiscussie dienen alle leerlingen de mogelijkheid te krijgen om hun eigen mening en bijbehorende argumentatie uit te leggen. Wanneer een volledige klas een groepsdiscussie voert is er een grote kans dat niet alle leerlingen hun mening kunnen uiten. Daarom verwerk ik een groepsdiscussie in kleinere groepjes in mijn lesontwerp.

Om tot deze groepsdiscussie in groepjes te komen gebruik ik de niveaus van Hodson (paragraaf 2.4). Deze niveaus zijn niet toegespitst om de doelgroep van het lesontwerp. Daarom schrijf ik ze om naar stappen die de leerlingen kunnen doorlopen. Deze stappen zijn als volgt:

- Stap 1: Een beeld vormen van de maatschappelijke context van het energieprobleem;
- Stap 2: Bekend zijn met diverse energiebronnen en een beeld krijgen van de rol per bron binnen het totale energieprobleem;
- Stap 3: Ontwikkeling van een eigen mening en bijbehorende waardeoordelen;
- Stap 4: Voorbereiden van en het daadwerkelijk deelnemen aan de groepsdiscussie

Deze niveaus neem ik mee als stappen binnen het lesontwerp.

De kenmerken van de dimensies PC en PP zoals omschreven in paragraaf 2.3 en 2.4 wil ik ook meenemen in het lesontwerp. Voor PC zijn dit het verkrijgen van feitelijke kennis, het ontwikkelen van interesse in de onderwerpen en de mate van het gevoel van het op de hoogte zijn van de onderwerpen. Het overbrengen van feitelijke kennis en het stimuleren van interesse kan verwerkt worden in het lesontwerp. Voor het stimuleren van de interesse wordt de maatschappelijke relevantie belicht en de impact in de eigen belevingswereld. Dit zal ik doen onder de stappen 1 en 2 zoals in de vorige alinea geformuleerd. Het gevoel van het op de hoogte zijn van de onderwerpen kan een gevolg zijn van het deelnemen aan de les.

Voor PP kwam horizontale en verticale participatie aan bod. Binnen het lesontwerp wordt participatie ingericht door een actieve rol van de leerlingen en de groepsdiscussie. De actieve rol van de leerlingen verwerk ik in het gehele lesontwerp, maar krijgt een hoofdrol in stap 3. De groepsdiscussie is stap 4. De kenmerken bij de dimensies PC en PP zijn dus te plaatsen binnen de vier geformuleerde stappen naar aanleiding van de niveaus van Hodson.

In tabel 8 zijn de elementen aan bod gekomen die vanuit de documentenanalyse meegenomen worden in het lesontwerp. De doelen die aan bod dienen te komen zijn informeren, opinievorming en stimuleren. Informeren zal gebeuren in stap 1 en opinievorming in stap 2 en 3. Het stimuleren dient gedurende de hele lessenserie gedaan te worden, maar krijgt een hoofdrol in stap 3.

Het communicatieproces moet een mix zijn van top-down en bottom-up door een deel van de informatie aan te bieden en leerlingen verder zelf vrij te laten doeken naar informatie. De kennis die aan bod komt mag zowel feitelijke kennis zijn als opinies. Leerlingen vormen uiteindelijk zelf hun eigen mening aan de hand daarvan. Dit zit verworven in de formulering van de vier stappen.

Voor zowel de docent, de leerling als de expert is er een actieve rol weggelegd vanuit de adviezen van de documentenanalyse. De experts leveren informatie en opinies die door de leerlingen in het kennisvergaringsproces worden meegenomen. De docent en de expert dienen een coachende rol te spelen in het proces waarbij de leerlingen hun mening vormen en discussie voeren. Deze coachende rol neemt de expert in bij stap 3 en 4. De actieve rol van de leerlingen en de coachende rol van de docent zijn onderdeel van alle stappen.

Deze vier bronnen vormen samen de leidraad voor het uitwerken van het lesontwerp. De leidraad bestaat uit een uitgebreide omschrijving van de geformuleerde vier stappen. Deze stappen worden de delen van het lesontwerp. De elementen uit de verschillende bronnen en de uitgebreidere omschrijving van de delen is weergegeven in tabel 9.

Tabel 9 Leidraad voor lesontwerp

Bron	Elementen	Leidraad
Davies	Groepsdiscussie in kleine groepjes	Deel 1 (inleiding, probleemstelling en relevantie): Een beeld vormen van de maatschappelijke context van het energieprobleem met aangeboden feitelijke kennis over verbruik en de gevolgen voor de eigen leefwereld;
Hodson	Stap 1: Een beeld vormen van de maatschappelijke context van het energieprobleem; Stap 2: Bekend zijn met diverse energiebronnen en een beeld krijgen van de rol per bron binnen het totale energieprobleem; Stap 3: Ontwikkeling van een eigen mening en bijbehorende waardeoordelen; Stap 4: Voorbereiden van en het daadwerkelijk deelnemen aan de groepsdiscussie	Deel 2 (bekende energiebronnen): Leerlingen raken zelf bekend met diverse energiebronnen en vormen een beeld van de rol per bron binnen de totale energievoorziening;
Public Competence & Public Participation	Feitelijke kennis over brengen Stimuleren van interesse door maatschappelijke relevantie en impact eigen belevingswereld Actieve deelname leerlingen aan groepsdiscussie	Deel 3 (kennis maken met fusie-energie): Ontwikkeling van een eigen mening en bijbehorende waardeoordelen door leerlingen over fusie-energie waarbij de docent en expert optreden als coach
Documentenanalyse	Doelen: informeren, opinievorming, stimuleren Combinatie van informatie aanbieden en het zelf zoeken van informatie door de leerlingen Feitelijke kennis en opinies komen aan bod Leerlingen vormen eigen mening Docent en expert nemen een coachende rol op zich Leerling heeft een actieve rol in het vergaren van kennis, vormen van mening en het voeren van discussie	Deel 4 (groepsdiscussie): Voorbereiden van en het daadwerkelijk deelnemen aan de groepsdiscussie in kleinere groepjes over fusie-energie waarbij de docent en expert optreden als coach

Van leidraad naar lesontwerp

De leidraad voor het lesontwerp zoals in tabel 9 omschreven, is de basis voor het lesontwerp. Per deel zal ik kort bespreken welke keuzes er zijn gemaakt om te komen tot een lesontwerp dat uitvoerbaar is als pilot.

Deel 1 vormt een inleiding en schenkt aandacht aan de probleemstelling en relevantie. De leerlingen dienen een beeld te vormen van de maatschappelijke context en leren over het feitelijke verbruik van energie en de gevolgen voor de eigen belevingswereld.

Om te beginnen laat ik de leerkracht met de leerlingen een inventarisatie maken van de kennis die er al is over energie. Dit doe ik door het laten maken van een woordspin rond dit thema. Zo activeer ik de voorkennis bij de leerlingen. Vervolgens krijgen de leerlingen feitelijke informatie over het mondiale verbruik van energie aangeboden in het werkboek waarbij zelf een conclusie mogen trekken vanuit een grafiek met het verbruik door de jaren heen. Om de gevolgen voor de eigen leefwereld duidelijk te maken gaan ze inventariseren welke dingen de kennen in hun omgeving die energie gebruiken. Ter afronding hiervan stelt de leerkracht een vraag over hoe hun leven er uit zou zien als er geen energie meer zou zijn.

Het tweede deel dient te gaan over energiebronnen en het vormen van een beeld van de rol per bron binnen de totale energievoorziening. De leerlingen gaan in groepjes aan de slag om zelf informatie te vergaderen over een toegewezen energiebron. Dit verwerken ze tot een posteronderdeel met vier categorieën. Dit zijn “Hoe levert deze bron energie?”, “Hoeveel energie kan deze bron leveren?”, “Wat zijn de voordelen?” en “Wat zijn de nadelen?”. Na het maken van deze posteronderdelen worden ze samengevoegd tot één overzicht en wordt de informatie gedeeld met de hele klas. De leerkracht heeft een coachende rol tijdens het zoeken naar informatie.

In het derde deel gaan de leerlingen kennis maken met fusie-energie. Ze ontwikkelen een eigen mening met bijbehorende argumentatie. Hierbij zijn ze volledig zelf aan zet. Ze krijgen de volledige vrijheid om een mening te vormen en deze te onderbouwen met argumenten. Om hen op weg te helpen en te laten inschatten of ze juiste informatie vinden is er een korte inleidende tekst over fusie-energie opgenomen in het leerlingenwerkboek. Ook hierbij hebben de leerkracht en de expert een coachende rol. Als expert is een student van de Technische Universiteit Eindhoven ingezet die tijdens het informatie zoeken de leerlingen geholpen heeft met het zoeken naar informatie, uitleggen van moeilijke woorden en begrippen die gevonden werden en stimuleren van de leerlingen wanneer er nog informatie leek te ontbreken.

Het laatste deel van het lesontwerp is gericht op de groepsdiscussie tussen de leerlingen. Als eerste wordt er samen met de leerlingen een lijstje van regels opgesteld waaraan een goede groepsdiscussie dient te voldoen. Vervolgens gaan de leerlingen in kleine groepjes onder leiding van hun leerkracht of een expert de discussie voeren. De leerkracht of expert neemt een stimulerende en coachende rol aan en bewaakt het proces maar neemt inhoudelijk geen deel aan de discussie. Wel wordt er van de leerkracht of expert verwacht dat feitelijk onjuiste informatie gecorrigeerd wordt zonder daarbij een mening of waardeoordeel te vermelden.

Het gemaakte lesontwerp zoals omschreven in deze paragraaf is voorgelegd aan experts voordat dit als pilot in de klassen is uitgevoerd. De beschrijving van de expert review en de daaruit gemaakte aanpassingen zijn te vinden in de volgende paragraaf. De uitwerking in docentenhandleiding en leerlingwerkboek met de aanpassingen van de expert review is te vinden in bijlage A en B.

4.3 Evaluatie lesontwerp

Deze paragraaf beschrijft de evaluatie van het lesontwerp door de expert review en de pilots. De evaluatie van de pilots is gesplitst in de metingen op dimensie Public Competence (PC), dimensie Public Participation (PP) en de maatschappelijke relevantie, impact eigen beleavingswereld en waardering van de activiteit. De elementen uit tabel 5 uit het methodenhoofdstuk worden besproken en uitgewerkt. Daarnaast geef ik in de laatste subparagraaf een overzicht van de resultaten die te koppelen zijn aan de geschiktheid van de casus.

4.3.1 Expert review

Zoals omschreven in het methodenhoofdstuk hebben drie experts een review verzorgd. Deze review heeft schriftelijk plaatsgevonden. De experts hebben een instructie, de docentenhandleiding en het leerlingwerkboek gekregen. Daarbij hebben zij opmerkingen geplaatst. In bijlage D is de volledige uitwerking van de reviews en de gegevens van de experts opgenomen.

De eerste expert heeft de lessenserie bekeken vanuit het leerproces van het kind en heeft zo een advies geschreven. De tweede expert heeft vanuit natuuronderwijs een inhoudelijke review verzorgd door opmerkingen te schrijven bij de docentenhandleiding en de laatste expert heeft vanuit activiteitontwikkeling een aantal aanbevelingen gegeven door deze als commentaarpunten op te sommen.

In deze subparagraaf geef ik eerst een korte beschrijving van de reviews en daarna licht ik de betekenis en aanpassingen aan het lesontwerp toe.

Beschrijving

De eerste expert heeft het complete lesontwerp bekeken en aan de hand van zijn eigen kennis een stappenplan met 5 fasen geformuleerd. Deze fasen zijn de triggerfase, de informatiefase, de conclusie, nieuwe energiebron en discussie. Voor de triggerfase is het volgens hem van belang dat de kinderen zich bewust zijn van het probleem. Dit verwerken in de vorm van een computerspel dat uitvalt op het hoogtepunt is volgens de expert een goede vorm.

Tijdens de informatiefase dienen volgens de expert de leerlingen zelf te zoeken naar informatie over oplossingen voor het opwekken van energie. De energiebronnen kunnen dan verdeeld worden over de groepjes en er dient ook gezocht te worden naar voor- en nadelen van de energiebronnen. De conclusiefase moet duidelijk maken dat er in de toekomst te weinig energieproductie is om aan de vraag te blijven voldoen.

Bij de fase over de nieuwe energiebron fusie-energie denkt de expert aan een animatie of kort filmpje om de toon te zetten. De verwerkte film Fusion 2100 is te lang. Ook de diverse standpunten rondom fusie-energie dienen aan bod te komen. De laatste fase is de discussie. De expert ziet de discussie voor zich in de vorm van een forumdiscussie met een voorstander en een tegenstander. De discussie dient plaats te vinden aan de hand van stellingen. Nadat de voor- en tegenstander kort hebben aangegeven waarom ze voor of tegen zijn kan de rest fysiek stelling innemen door bij de persoon te gaan staan waar ze het meest mee eens zijn. Een kennisexpert zou hierbij informatie kunnen aanvullen die de leerlingen niet zelf noemen. Belangrijk is dat leerlingen op basis van argumenten een kant kiezen.

Ten slotte zegt de eerste expert in een algemene beschouwing dat kennis ondersteunend moet zijn aan de les en niet leidend. De leerkracht en de expert moeten inderdaad een stimulerende en inhoudelijke rol aannemen. Het doel is niet kennisoverdracht, maar het leren een mening te vormen over een probleem dat ze zelf ervaren hebben. Zonder probleem herkenning en erkenning is er geen betrokkenheid en die zorgt juist voor een actieve houding en rol van de leerlingen.

De tweede expert heeft met name de docentenhandleiding bekeken en daarbij een aantal opmerkingen geplaatst. Er zijn drie hoofdzaken hierbij te benoemen. Ten eerste geeft de expert het advies om aantrekkelijkere introducties in te bouwen bij de lessen. Ten tweede zegt de expert dat de stimulerende vragen die zijn opgenomen in de docentenhandleiding een prominentere plek mogen krijgen. Als derde hoofdzaak is het aanleveren van extra achtergrondinformatie voor docenten volgens de expert van belang vanwege de abstractheid van het begrip energie en het onderwerp fusie-energie.

Ten eerste wordt het advies gegeven om met een introductie te beginnen om de leerlingen te winnen voor het onderwerp. Dit gebeurt in het lesontwerp door ze vrij te laten associëren en energieverbruik van zichzelf zichtbaar te maken. Hierdoor wordt het onderwerp in hun eigen belevingswereld geplaatst. Daarnaast is er een nieuw filmpje toegevoegd als introductie van de tweede les. Ten slotte geeft deze expert aan dat het onderdeel waarbij de leerlingen onderzoeksvragen dienen te formuleren te hoog gegrepen is om dit meteen bij een dergelijk complex onderwerp te doen.

De laatste review heeft geleid tot 30 reviewpunten van diverse aard. De belangrijkste inhoudelijke adviezen zijn: het toevoegen van aandachtstrekkers aan het begin van de lessenserie; de leerlingen dienen een actieve rol toebedeeld te krijgen bij de terugblikmomenten op het einde van de lessen; de leerlingen dienen een specifieke taak toebedeeld te krijgen wanneer ze werken in groepjes en het maken van goede onderzoeksvragen is niet haalbaar met deze leerlingen in het daarvoor uitgetrokken tijdsbestek.

Betekenis en aanpassingen lesontwerp

Het fasenplan van de eerste expert review is al grotendeels verwerkt in het lesontwerp. De triggerfase is sterker gemaakt door expliciet de vraag te stellen “En wat zou je missen als er geen energie meer is?”. Het verwerken in de vorm van een computergame is niet verwerkt, omdat dit qua tijd en geld niet haalbaar was. Dit zou op de lange termijn wel mogelijk een waardevolle toevoeging zijn aan het lesontwerp.

De informatiefase en conclusie voldeden al aan de gestelde voorwaarden. Bij de nieuwe energiebron (fusie-energie) is er gekozen voor een kortere film die concreter is. Helaas is er geen bestaand materiaal dat volledig aansluit bij de doelgroep en de wensen qua informatieoverdracht. De forumdiscussie is niet qua vorm verwerkt in het lesontwerp, maar sterkere nadruk op het vormen van een mening met argumenten is wel meegenomen door de leerlingen van de gevonden voor- en nadelen argumenten te laten maken.

De algemene opmerkingen dat kennisoverdracht niet het hoofddoel is van de activiteit, maar juist het proces belangrijk is, is al naar voren gekomen vanuit de literatuur en daarmee ook verwerkt in het lesontwerp. Ook de belangrijke rol voor betrokkenheid door probleem erkenning en herkenning is verwerkt door het betrekken van het energieprobleem op de eigen belevingswereld.

De vier hoofdzaken van die zijn aangegeven door de tweede expert zijn niet allemaal verwerkt in het lesontwerp. Betreffende de mogelijke nodig extra achtergrondinformatie voor de docenten is er overleg geweest met de docenten die bij de pilot betrokken waren. Zij hebben aangegeven dit niet nodig te achten en hebben zichzelf verdiept in het onderwerp. Een uitbreiding van de docenteninstructie met een informatieve tekst zou voor de langere termijn wel wenselijk zijn.

De stimulerende vragen in de docenteninstructie hebben een prominentere plaats gekregen en hebben extra aandacht gehad in de voorbereidende gesprekken op de pilots. Het advies om aantrekkelijke introducties op te nemen in de lessen, dat ook is aangedragen door de derde expert, is verwerkt door bij de eerste les de leerlingen vrij te laten associëren over het onderwerp energie en energieverbruik van zichzelf inzichtelijk te maken, waardoor dit onderwerp naar hun eigen belevingswereld gehaald wordt. Bij de tweede les is er een extra filmpje als introductie toegevoegd.

Zowel de tweede als de derde expert hebben uitspraken gedaan over het onderdeel van het bedenken van onderzoeksvragen. Ze zijn het met elkaar eens dat het niet haalbaar is om de leerlingen binnen dit lesontwerp zelf de onderzoeksvragen te laten formuleren. Daarom is dit onderdeel verwijderd uit het lesontwerp.

Het advies van de derde reviewer, dat de leerlingen een actievere rol toebedeeld mogen krijgen in de terugblik momenten op het einde van de lessen en aan het begin van les twee tot en met vier, is verwerkt in het lesontwerp. De rol van de docent is hierin ook begeleidend geworden in plaats van leidend. Maar het advies over het toewijzen van specifieke taken aan leerlingen wanneer ze in groepjes werken is niet doorgevoerd. Dit is niet gedaan omdat het de vrijheid van informatiegaring door de leerlingen zou kunnen beperken.

Met de drie expert reviews is er een verbeterslag gemaakt in het lesontwerp dat vervolgens als pilot uitgevoerd is met twee klassen. De pilotversie van het lesontwerp als docentenhandleiding en leerlingwerkboek is te vinden in de bijlagen A en B. De volgende subparagrafen geven de resultaten van de pilots weer.

4.3.2 Dimensie PC

Het lesontwerp dat gemaakt is met de aanpassingen vanuit de experts is uitgevoerd in twee klassen als pilots. Deze pilots zijn geëvalueerd op tien vlakken. Drie hierbij behoren tot de dimensie Public Competence (PC). Dit zijn feitelijke kennis, interesse in het onderwerp en de mate van het gevoel van op de hoogte zijn van het onderwerp. In deze subparagraaf zal ik eerst bespreken hoe deze gemeten zijn en wat de bijbehorende resultaten zijn. Vervolgens geef ik aan deze resultaten betekenis in het kader van de dimensie PC.

Bespreking

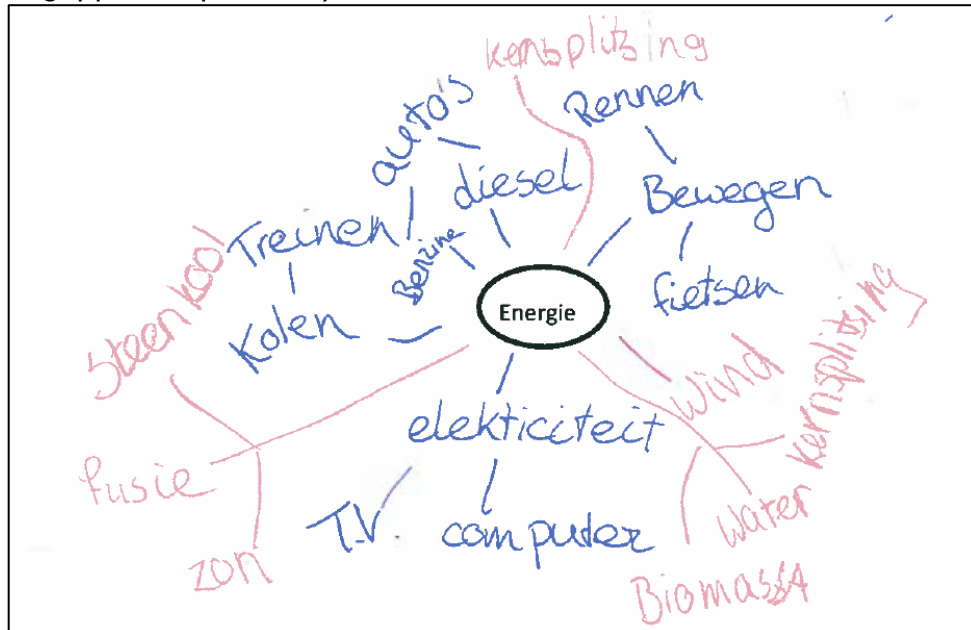
De feitelijke kennis van de leerlingen is gemeten met behulp van woordspinnen rondom het sleutelbegrip energie. Dit begrip staat in het midden van de woordspin. Zelf mogen ze door vrij te associëren daaromheen begrippen plaatsen waarvan zij vinden dat deze horen bij het sleutelbegrip of eerder opgeschreven begrippen. De eerste woordspinnen hebben ze voorafgaand aan de activiteit gemaakt en na de activiteit hebben ze deze met nieuwe begrippen aangevuld. Zie afbeelding 1 voor een voorbeeld.

De evaluatie van deze woordspinnen is gedaan door de begrippen die opgeschreven zijn te tellen. Het volledige resultaat van deze telling is te vinden in bijlage F. De telling voor de meest voorkomende begrippen is weergegeven in tabel 10.

In deze tabel is te zien dat het meest voorkomende begrip “Elektriciteit” is, zowel in de pre-test woordspinnen als na de aanvulling. Het totale aantal begrippen in de pre-test is 291 en dit is met 197 is aangevuld tijdens de post-test. Dit is een stijging van ruim 67%.

In tabel 10 zijn in de post-test kolom te zien welke begrippen het meeste zijn toegevoegd. Hierin komt duidelijk de hoofdcasus “Fusie(-energie)” terug, maar ook de bronnen die tijdens het tweede deel aandacht hebben gehad (biomassa, kernsplijting, windenergie, steenkool, hout, zonne-energie, waterenergie, gas en olie). Daarnaast is het begrip “Energiebron” zelf nog door 8 leerlingen toegevoegd aan de woordspin.

Afbeelding 1 Voorbeeld woordspin (blauwe begrippen uit pre-test, roze begrippen uit post-test)



Tabel 10 Meest voorkomende begrippen woordspinnen (n = 48)

	Pre-test	Post-test	Totaal
Begrip	Aantal keer	Aantal keer	Aantal keer
Elektriciteit	26	3	29
Zon(neenergie)	15	13	28
Fusie(-energie)	0	27	27
Wind(energie)	12	15	27
Licht	21	0	21
Biomassa	0	20	20
Water(energie)	8	12	20
Stroom	18	0	18
Kernsplijting	0	17	17
Steenkool/Kolen	1	15	16
Gas	4	11	15
Hout	0	14	14
Windmolen	11	2	13
(Aard)olie	4	8	12
Zonnepanelen	10	2	12
Energiebron(nen)	1	8	9
Lamp(en)	9	0	9

De interesse in het onderwerp energie is het tweede vlak waarop binnen de dimensie PC geëvalueerd is. Dit is gedaan door zowel in de pre-test als in de post-test de stelling “Ik ben geïnteresseerd in het onderwerp energie” voor te leggen aan de leerlingen. De hebben daarbij antwoord gegeven op een 5-punts Likert-scale van “klopt helemaal niet” tot “Klopt helemaal wel”. De ingevulde antwoorden staan in tabel 11.

In deze tabel is te zien dat er een stijging is van het aantal leerlingen dat “klopt helemaal wel” aangeeft bij de stelling. Zowel het percentage leerlingen dat negatief is over de stelling (“klopt helemaal niet” en “klopt niet”) is gegroeid (van 14,9% naar 20,0%) als het percentage leerlingen dat positief is over de stelling (“klopt wel” en “klopt helemaal wel”) is gegroeid (van 42,5% naar 57,8%). We zien dat er geen significant verschil is tussen de twee metingen.

Tabel 11 Resultaten vragen Public Competence dimensie (pre-test: n=47, post-test n=45)

post-test n = 15)

Stelling: Ik ben geïnteresseerd in het onderwerp energie					
	Klopt helemaal niet	Klopt niet	Klopt een beetje	Klopt wel	Klopt helemaal wel
	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)
Pre-test	3 (6,4)	4 (8,5)	20 (42,6)	16 (34,0)	4 (8,5)
Post-test	2 (4,4)	7 (15,6)	10 (22,2)	14 (31,1)	12 (26,7)
t-test	t(90)=1,344 p=0,128				
Stelling: Ik weet veel over het onderwerp energie					
	Klopt helemaal niet	Klopt niet	Klopt een beetje	Klopt wel	Klopt helemaal wel
	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)
Pre-test	6 (12,8)	14 (29,8)	18 (38,3)	8 (17,0)	1 (2,1)
Post-test	4 (8,9)	9 (20,0)	13 (28,9)	14 (31,1)	5 (11,1)
t-test	t(90)=2,229, p=0,028				

De mate van het gevoel van op de hoogte zijn van het onderwerp is het derde en laatste vlak binnen de dimensie PC. Dit is gemeten met de stelling “ik weet veel over het onderwerp energie” in zowel de pre-test als de post-test. Hierbij is dezelfde Likert-scale gebruikt als bij het vorige onderwerp. De antwoorden van de leerlingen staan in tabel 11.

Voorafgaand aan de activiteit geeft 42,6% aan het gevoel te hebben niet op de hoogte te zijn over het onderwerp energie (“klopt helemaal niet” en “klopt niet”). Na de activiteit is dit 28,9% procent. Er is dus een stijging waarneembaar van de mate van het gevoel van op de hoogte zijn van het onderwerp energie bij de leerlingen. Deze stijging is significant (p=0,028).

Betekenis

De veranderingen van de leerlingen op het gebied van elementen uit de Public Competence dimensie is gemeten door te kijken naar de feitelijke kennis, interesse in het onderwerp en de mate van het gevoel van op de hoogte zijn over het onderwerp van de leerlingen.

Het aantal begrippen dat de leerlingen associëren met energie tijdens het maken van de woordspinnen in de pre-test en post-test is toegenomen. Bij de interesse in het onderwerp is te zien dat er zowel meer leerlingen een negatieve houding als een positieve houding aannemen. Dit betekent dat de leerlingen door deelname aan de pilots een mening vormen over hun interesse in het onderwerp. Dit gebeurt meer in positieve dan in negatieve zin. De mate van het gevoel van op de hoogte zijn is significant gegroeid bij de leerlingen. Dit betekent dat ze meer vertrouwen hebben gekregen in hun eigen positie op dit gebied.

De gemeten verandering van de leerlingen op de drie vlakken bij Public Competence betekent dat het lesontwerp de leerlingen zichzelf laat ontwikkelen binnen kenmerken die horen bij deze dimensie.

4.3.3 Dimensie PP

Ook op de dimensie Public Participation (PP) heeft er evaluatie plaatsgevonden tijdens de pilots. De vier kenmerken uit deze dimensie die geëvalueerd zijn, zijn de niveaus van Hodson, adviezen van Davies, de participatie van de leerlingen en stimulering van de leerlingen. Ook in deze subparagraaf beschrijf ik eerst de resultaten en vervolgens geef ik de betekenis aan te geven in het kader van de dimensie PP.

Beschrijving

Het eerst kenmerk voor evaluatie is de niveaus van Hodson. Deze niveaus zijn bij de beschrijving van het lesontwerp omgevormd tot vier stappen. Per lesdeel is er gewerkt aan een specifieke stap. De meting heeft plaatsgevonden door het voorleggen van zes stellingen in zowel de pre- als de post-test. Één stelling voor zowel stap 2 als 3 en twee stellingen voor stappen 1 en 4. De antwoorden hebben de leerlingen gegeven op de een 5 punts Likert-scale. De antwoorden van de leerlingen zijn verwerkt in tabel 12.

Als de leerling zelf een antwoord geeft in de categorie “klopt een beetje”, “klopt wel” of “klopt helemaal wel” beschouw die stap voor de leerling als behaald. Voor de twee stappen waarbij gemeten is met twee stellingen neem ik het gemiddelde van deze twee.

Tabel 12 Stellingen betreffende doorlopen stappen (pre-test: n=47, post-test n=45)

Stap	Stelling	Test	Klopt helemaal niet	Klopt niet	Klopt een beetje	Klopt wel	Klopt helemaal wel
			n (%)	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)
Stap 1: Een beeld vormen van de maatschappelijke context van het energieprobleem	Ik weet wat het energieprobleem inhoudt	Pre-test	12 (25,5)	14 (29,8)	15 (31,9)	5 (10,6)	1 (2,1)
		Post-test	4 (8,9)	5 (11,1)	15 (33,3)	15 (33,3)	6 (13,3)
		t-test	t(90)=4,285, p=0,000				
	Ik weet welke rol het energieprobleem in de wereld speelt	Pre-test	9 (19,1)	14 (29,8)	18 (38,3)	4 (8,5)	2 (4,3)
		Post-test	3 (6,7)	8 (17,8)	16 (35,6)	9 (20,0)	9 (20,0)
		t-test	t(90)=3,452, p=0,001				
Stap 2: Bekend zijn met diverse energiebronnen en een beeld krijgen van de rol per bron binnen het totale energieprobleem	Ik ken veel verschillende energiebronnen en weet hoe ze werken	Pre-test	13 (27,7)	8 (17,0)	18 (38,3)	6 (12,8)	2 (4,3)
		Post-test	1 (2,2)	9 (20,0)	11 (24,4)	16 (35,6)	8 (17,8)
		t-test	t(90)=4,183, p=0,000				
Stap 3: Ontwikkeling van een eigen mening en bijbehorende waarde-oordelen	Ik heb een mening over welke energiebronnen gebruikt moeten worden	Pre-test	13 (27,7)	15 (31,9)	10 (21,3)	9 (19,1)	0 (0,0)
		Post-test	3 (6,7)	8 (17,8)	6 (13,3)	15 (33,3)	13 (28,9)
		t-test	t(90)=5,221, p=0,000				
Stap 4: Voorbereiden van en het daadwerkelijk deelnemen aan de groepsdiscussie	Ik zou deel willen nemen aan gesprekken over energie of andere technische onderwerpen buiten school	Pre-test	11 (23,4)	15 (31,9)	17 (36,2)	2 (4,3)	2 (4,3)
		Post-test	7 (15,6)	17 (37,8)	10 (22,2)	5 (11,1)	6 (13,3)
		t-test	t(90)=1,458, p=0,148				
	Ik neem deel aan gesprekken over energie of andere technische onderwerpen buiten school	Pre-test	21 (44,7)	18 (38,3)	6 (12,8)	0 (0,0)	2 (4,3)
		Post-test	22 (48,9)	12 (26,7)	6 (13,3)	1 (2,2)	4 (8,9)
		t-test	t(90)=0,643, p=0,527				

Stap 1 bereikten 47,9% van de leerlingen in de pre-test en 77,8% van de leerlingen in de post-test. Voor stap 2 is dit respectievelijk 55,3% en 77,8%. stap 3 bereikten 40,4% in de pre-test en 75,6% in de post-test. De laatste stap bereikten respectievelijk 31,0% en 35,5% van de leerlingen. Opvallend is dat de stijging het grootst is bij het aantal leerlingen dat stap 3 bereikt (stijging van 35,2%) en dat in de pre-test meer leerlingen stap 2 bereiken dan stap 1. De stijging van het aantal leerlingen dat stap 4 bereikt is slechts 4,6%, maar de stijging wordt niet veroorzaakt wordt door de stelling waarbij naar intentie wordt gevraagd, maar volledig door de stelling waarbij gevraagd wordt naar het daadwerkelijk voeren van gesprekken. Hier is een stijging van 7,3% te zien. Deze stijging is niet significant bij beide stellingen over stap 4. Bij de stellingen van de stappen 1 tot en met 3 is de stijging wel significant.

Het volgende onderdeel waarop de analyse plaatsvindt is de adviezen van Davies. Dit zijn: leerlingen aanmoedigen om uitleg te geven van en over hun eigen mening en bijbehorende argumentatie; leerlingen aanmoedigen om meningen en opvattingen die anders zijn dan hun eigen te tolereren en daarop te reflecteren; en leerlingen aanmoedigen om te participeren in een groepsdebat binnen de schoolcontext over hun ideeën en (idealiter) deze ervaringen te gebruiken in het leven buiten de school.

De leerlingen hebben hun mening met bijbehorende uitleg en argumentatie gegeven tijdens de groepsdiscussies. Tijdens de interviews na deze discussies is er aan ze gevraagd hoe ze hun eigen mening gevormd hebben en wat ze vonden van het horen van de andere meningen. Een van de leerlingen beschrijft het proces van meningsvorming als volgt: "Wij waren gewoon fusie-energie aan het zoeken, maar vonden niet echt iets waarvan we dachten dat het iets zou opleveren, maar toen keken we een filmpje en toen legden ze het heel goed uit en daarna kwamen we op een site met de mening van een meneer en die legde ook uit hoe het gemaakt werd en toen snapte ik het." Een andere leerling zegt: "Samen met mijn groep hebben we erover gesproken en zo heb ik mijn eigen mening bepaald." Over het delen van de meningen zegt een leerling het volgende: "Ik heb naar verschillende dingen gezocht en dat hier vertelt."

Ook naar de ervaringen bij het delen van de mening en het horen van andere meningen is gevraagd tijdens de evaluatie-interviews. Hierover zeggen de leerlingen: "Ik vond het wel leuk, want was niet overal zelf op gekomen", "ik vond het fijn dat het anders uitgelegd werd en anderen hebben andere dingen bekeken die wij niet hadden gevonden", "Samen hebben we nieuwe dingen bedacht" en "Mijn mening is wel veranderd, omdat zij wel betere dingen had". Niet alle leerlingen vonden het makkelijk. Een leerling geeft aan: "Ik vond het moeilijk om mijn mening te delen aangezien ik het niet allemaal echt snapte, maar nu wel meer". Het niet tolereren van andere meningen is niet aan de orde geweest tijdens de groepsdiscussies.

Het derde en laatste advies van Davies gaat over het aanmoedigen van de leerlingen om te participeren in groepsdebatten binnen en buiten de schoolcontext. Dit is gemeten als vierde niveau van Hodson zoals eerder in deze subparagraaf besproken. Binnen de schoolcontext zit de groepsdiscussie verwerkt in het lesontwerp, waardoor de leerlingen gedwongen zijn hieraan deel te nemen.

Tijdens de interviews maakten de leerlingen nog de volgende opmerkingen over deelname aan discussies en debatten binnen en buiten de schoolcontext: "Ik zou het er vaker over willen hebben", "Ik vond de discussie best wel leuk, dus zou het leuk vinden om dat nog wel een keer te doen binnen school", "Ik zou zelf niet echt buiten school deelnemen, maar ik vind het wel belangrijk dat het gebeurt", "Het is echt iets voor andere mensen", "ik denk niet dat ik daar genoeg voor weet" en "Ik vond het wel leuk, maar zou het niet vaker doen. Ook niet binnen school". Een andere leerling was heel enthousiast en vroeg concreet: "Kunnen we nog meediscussiëren over dit onderwerp?"

Participatie en de rol van de leerlingen is het derde kenmerk dat geëvalueerd is. Deze evaluatie is gedaan door observatie van leerlingen tijdens de groepsdiscussies, twee vragen in de vragenlijsten na elk onderdeel en tijdens interviews met de discussiegroepen. Bij de observatie is er per leerling geteld hoe vaak deze iets toevoegde aan de groepsdiscussie. De resultaten van deze telling staan in tabel 13. Er zijn drie categorieën gemaakt voor deze telling. De categorie "geen participatie" waaronder de leerlingen die geen inbreng hebben gehad tijdens de discussie zijn geteld. De leerlingen die één tot drie keer iets toevoegden aan de discussie zijn geplaatst in de categorie "matige participatie". Wanneer een leerling meer dan drie keer een toevoeging leverde aan de discussie is deze geteld in de categorie "goede participatie".

Tabel 13 Participatie bij groepsdiscussies (n = 46)

Discussie groep	Aantal leerlingen goede participatie (> 3 keer toevoeging aan de discussie)	Aantal leerlingen matige participatie (1-3 keer toevoeging aan de discussie)	Aantal leerlingen geen participatie (geen inbreng)
1	6	0	0
2	5	0	1
3	6	0	0
4	7	0	0
5	7	0	0
6	5	2	1
7	5	1	0
Totaal	41	3	2

De twee stellingen die zijn opgenomen in de vragenlijsten zijn: "Ik kon goed deelnemen aan het ...de deel van de energie-activiteit." en "Ik kon alle onderdelen helemaal volgen tijdens het ...de deel". De antwoorden zijn gegeven op een 5-punts Likert-scale. Zie tabel 14. Ik ben tevreden wanneer leerlingen aangeven bij de stellingen "klopt wel" en "klopt helemaal wel". Dit zijn voor de vier delen respectievelijk 58,5%, 56,3%, 38,5% en 64,4%. Voor deze percentages heb ik de percentages van de twee stellingen gemiddeld. De leerlingen die aangeven "klopt een beetje" hebben net genoeg het gevoel gehad te kunnen participeren, de percentages zijn respectievelijk 30,9%, 33,3%, 41,7%, 27,8%. Het percentage van het derde deel is hier hoger, maar dit was beduidend lager bij de categorieën "klopt wel" en "klopt helemaal wel", zoals eerder aangegeven.

Tijdens de interviews is de vraag gesteld: "Wat vinden jullie van de rol die jullie krijgen tijdens de activiteit?" Deze actieve rol is bij een paar leerlingen niet zo makkelijk ervaren. Zij zeiden: "Ik vond het moeilijk om zelf te moeten doen, maar wel leuk" en "Ik vond het wel moeilijk, want ik kan niet zo goed zoeken. Wel fijn dat ik het zelf mocht doen". Bij het merendeel was er waardering voor de vrijheid ("Ik vind het wel goed, want anders krijgt iedereen dezelfde mening. Ik vind de vrijheid wel fijn") en het verschil in gevonden informatie ("Ik vond het leuk om het allemaal op te zoeken en dan leer je er meteen iets van, andere kinderen vinden dan weer iets anders en dan vind ik het leuk om dat te vergelijken"). De waardering voor deze rol is aan de volgende opmerkingen af te lezen: "Ik vond deze rol wel leuk", "Het was leuk en interessant om dingen zelf te weten te komen.", "Ik vond het leuk dat je eerst in je groepje zelf mocht opschrijven en nu weten de anderen er ook van", "Die rol is leuk" en "Ik vind het leuk om eerst zelf aan de slag te gaan". De waardering van de discussievorm was bij een aantal leerlingen hoger dan bij het zelfstandig informatie vergaren ("Zelf opzoeken was leuk, maar ik vond het discussiëren het leukst omdat je dan begeleid werd en er werden vragen gesteld aan je").

Het laatste kenmerk waarop gemeten is binnen de dimensie PP is de stimulering van de leerlingen. Om dit te meten zijn er twee stellingen opgenomen in de vragenlijsten die na elk lesdeel zijn ingevuld. Deze stellingen zijn: "Ik voelde me betrokken bij de energie-activiteit tijdens het ...de deel" en "Ik heb zin om de volgende keer weer deel te nemen aan de energie-activiteit". Bij elke stelling konden de leerlingen weer antwoorden op een 5-punts Likert-scale van "helemaal niet mee eens" tot "helemaal mee eens". Zie tabel 14.

In deze tabel is te zien dat de betrokkenheid bij de groepsdiscussie het grootst is. Bij het derde deel is er zowel qua betrokkenheid als zin om de volgende keer deel te nemen een slechtere score waarneembaar. Tussen deel een, twee en vier is een stijgende lijn in betrokkenheid te zien. Bij de zin om de volgende keer weer deel te nemen is geen directe trend te onderscheiden.

Tabel 14 Resultaten vragen Public Participation dimensie

Stelling: Ik kon goed deelnemen aan het ...de deel van de energie-activiteit					
	Klopt helemaal niet	Klopt niet	Klopt een beetje	Klopt wel	Klopt helemaal wel
	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)
Eerste deel (n=47)	1 (2,1)	7 (14,9)	11 (23,4)	17 (36,2)	11 (23,4)
Tweede deel (n=48)	1 (2,1)	2 (4,2)	14 (29,2)	24 (50,0)	7 (14,6)
Derde deel (n=48)	4 (8,3)	3 (6,3)	20 (41,7)	14 (29,2)	7 (14,6)
Vierde deel (n=45)	0 (0,0)	4 (8,9)	8 (17,8)	17 (37,8)	16 (35,6)
Stelling: Ik kon alle onderdelen helemaal volgen tijdens het ...de deel					
	Klopt helemaal niet	Klopt niet	Klopt een beetje	Klopt wel	Klopt helemaal wel
	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)
Eerste deel (n=47)	1 (2,1)	1 (2,1)	18 (38,3)	16 (34,0)	17 (23,4)
Tweede deel (n=48)	1 (2,1)	6 (12,5)	18 (37,5)	16 (33,3)	7 (14,6)
Derde deel (n=48)	7 (14,6)	5 (10,4)	20 (41,7)	12 (25,0)	4 (8,3)
Vierde deel (n=45)	3 (6,7)	3 (6,7)	13 (28,9)	11 (24,4)	15 (33,3)
Stelling: Ik voelde me betrokken bij de energieactiviteit tijdens het ...de deel					
	Klopt helemaal niet	Klopt niet	Klopt een beetje	Klopt wel	Klopt helemaal wel
	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)
Eerste deel (n=47)	3 (6,4)	9 (19,1)	14 (29,8)	11 (23,4)	10 (21,3)
Tweede deel (n=48)	5 (10,4)	7 (14,6)	12 (25,0)	15 (23,4)	9 (21,3)
Derde deel (n=48)	8 (16,7)	8 (16,7)	14 (29,2)	13 (27,1)	5 (10,4)
Vierde deel (n=45)	1 (2,2)	4 (8,9)	9 (20,0)	16 (35,6)	15 (33,3)
Stelling: Ik heb zin om de volgende keer weer deel te nemen aan de energie-activiteit					
	Klopt helemaal niet	Klopt niet	Klopt een beetje	Klopt wel	Klopt helemaal wel
	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)
Eerste deel (n=47)	3 (6,4)	4 (8,5)	19 (40,4)	15 (31,9)	6 (12,8)
Tweede deel (n=48)	2 (4,2)	3 (6,3)	16 (33,3)	17 (35,4)	10 (20,8)
Derde deel (n=48)	6 (12,5)	4 (8,3)	13 (27,1)	16 (33,3)	9 (18,8)
Vierde deel (n=45)	3 (6,7)	3 (6,7)	13 (28,9)	11 (24,4)	15 (33,3)

Betekenis

Er is geëvalueerd op vier elementen binnen de dimensie Public Participation (PP).

Het aantal leerlingen dat een stap naar aanleiding van de schaal van Hodson bereikt is significant toegenomen door de pilots op stap 1, 2 en 3. Bij stap 4 is geen significante vooruitgang te zien. Alle drie de adviezen van Davies zijn verwerkt in het lesontwerp. Dit is ook terug te zien in de resultaten. De betekenis daarvan is lastig te duiden, maar het is een voorwaarde vanuit de PP dimensie. Aan deze voorwaarde is voldaan.

De participatie bij de groepsdiscussies was hoog van de leerlingen. 41 Van de 46 leerlingen hebben actief deelgenomen aan de groepsdiscussie. Dit betekent dat zowel het onderwerp als de vorm niet heeft geleid tot passiviteit. Duidelijk naar voren komt dat het derde lesdeel lastiger was voor de leerlingen dan de andere delen. Ook qua betrokkenheid en zin om de volgende keer deel te nemen is een kleine daling bij het derde deel te zien. Dit kan betekenen dat het derde deel nog aanpassingen nodig heeft.

4.3.4 Relevantie, belevingswereld en waardering

Buiten de analyse op de elementen behorende bij de PC- en PP-dimensie zijn er nog drie evaluatie-elementen. Dit zijn maatschappelijke relevantie, impact eigen belevingswereld en waardering vanuit de leerlingen voor het lesontwerp. Deze elementen zal ik alle drie bespreken en per element meteen de betekenis aangeven.

Maatschappelijke relevantie

De maatschappelijke relevantie van het onderwerp energie en het energieprobleem is gemeten als niveau 1 op de schaal van Hodson. Niveau 1 bereikten 47,9% van de leerlingen in de pre-test en 77,8% van de leerlingen in de post-test. Naast deze meting is het onderwerp ook aan bod gekomen tijdens de groepsdiscussies en de interviews. In de discussies werd het thema energie gekoppeld aan de huidige crisis ("Investeren in fusie-energie kan wel, maar het is nu ook crisis") en de mondiale impact van het onderwerp ("Hoe meer stemmen, hoe meer meningen, hoe makkelijker je eruit komt. De hele wereld moet stemmen"). Tijdens de interviews kwam aan het licht dat de leerlingen het belang zien van het onderwerp ("Het was leuk en ik begrijp nu waarom energie zo belangrijk is", "het is belangrijk dat je er iets over weet voor later") en ook weer de betrokkenheid van iedereen bij het onderwerp ("iedereen heeft er wel mee te maken").

Dat er een ruime stijging is van het aantal leerlingen dat het eerste niveau van Hodson bereikt en de opmerkingen tijdens de discussies en evaluaties betekenen dat de maatschappelijke relevantie voor een aantal leerlingen duidelijk is geworden.

Eigen belevingswereld

Het laten ervaren van de impact op de eigen belevingswereld is gestimuleerd door tijdens het eerste deel hieraan aandacht te besteden met onder andere de vragen “Wat kom je tegen als je opstaat en wat met energie te maken heeft?” en “Wat zou je het meeste missen als je vanaf nu geen energie meer zou hebben?” Op vele verschillende momenten en op verschillende manieren koppelden de leerlingen het onderwerp en de lesactiviteiten aan hun eigen belevingswereld. Tijdens de lessen dacht een leerling aan een ervaring bij de Ontdekfabriek (in reactie op de vraag: Waar kunnen we allemaal energie uit halen? “Poep, dat heb ik gezien bij de Ontdekfabriek”) en iets dat een leerling op televisie had gezien (“Aardappelbatterij gezien bij Zack & Cody”). Opvallend veel leerlingen refereerden naar auto’s die op alternatieve brandstoffen rijden (“Ik heb een auto met zonnepanelen gezien”, “Auto’s op zoutwater” en “Auto’s op koffiebonen of frituurvet”).

Ook tijdens de groepsdiscussies betrokken een aantal leerlingen de onderwerpen die langskwamen op hun eigen belevingswereld. Zo zei een leerling over het investeringsbedrag waarover gediscussieerd werd: “Ik wil niet zelf 100 miljoen euro betalen, want dan moet ik heel lang sparen”. Ook bij het plaatsen van windmolens werd gedacht aan de persoonlijke invloed: “Windmolens in de tuin zijn on-mooi”. De gevolgen van hout als belangrijkste energiebron werd ook naar de eigen belevingswereld toe getrokken: “Hout is geen goed alternatief, want dan is er minder leefwereld voor dieren en minder lucht en zuurstof”; “Dat lossen we op met zuurstofmaskers”. De conclusie “zonder energie kan ik niet leven” kwam in verschillende vormen voorbij. Ten slotte was er de opmerking “Je kunt ook met een hele grote hamster energie maken”, waarbij er binnen de eigen belevingswereld werd gezocht naar mogelijke alternatieve energiebronnen.

De interviews waren de laatste plaats waar betrekking op de eigen belevingswereld aan bod kwam. Het eigen gebruik van energie werd diverse keren aangehaald (“Je gebruikt het zelf ook, dus is het ook belangrijk om te weten wat je eigenlijk gebruikt”, “Ik wil het wel weten en vind het heel belangrijk. Ik vind het niet erg als er geen licht meer zou zijn, maar wel bijvoorbeeld geen broodrooster” en “Je gebruikt wel energie, dus het is ook voor ons, maar we hebben er niet heel veel mee te maken”). Ook de aanschaf van zonnepanelen door de ouders iets uit de belevingswereld dat gekoppeld werd (“Wij krijgen over een paar dagen twaalf zonnepanelen thuis en dat helpt dus ook een beetje”). Niet alle leerlingen hebben het idee dat het hun eigen leefwereld beïnvloedt: “Ik vind dat volwassenen dit pas hoeven weten, of als je op jezelf woont”.

Dat de leerlingen veel opmerkingen hebben gemaakt die het thema energie plaatsen in hun eigen belevingswereld betekent dat dit duidelijk is voor de leerlingen. Onder andere vanuit de expert review is gebleken dat dit een voorwaarde is die in het lesontwerp verwerkt moest worden.

Waardering

Als laatste element is er de waardering van het lesontwerp door de leerlingen. Het rapportcijfer dat de leerlingen gemiddeld geven is een 7,3. Naast het geven van een rapportcijfer is aan de leerlingen gevraagd om op een 5-punts Likert-scale aan te geven hoe leuk ze de activiteit vonden. Zie tabel 15. Te zien is dat slechts vijf van de 45 leerlingen de activiteit niet zo leuk of helemaal niet leuk vonden. In de vragenlijsten aan de leerlingen na elk lesdeel is ook gevraagd hoe moeilijk ze dit vonden per deel van de activiteit. Zie tabel 15. Het derde deel (derde lesmoment) wordt als moeilijker ervaren dan de andere onderdelen.

Tabel 15 Resultaten vragen waardering en moeilijkheid

Stelling: Ik vond de hele energie-activiteit...					
	Helemaal niet leuk	Niet zo leuk	Een beetje leuk	Leuk	Heel erg leuk
	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)
(n=45)	2 (4,4)	5 (6,7)	10 (22,2)	19 (42,2)	11 (24,4)
Stelling: Het ...de deel van de energieactiviteit vind ik ...					
	Te makkelijk	Makkelijk	Niet makkelijk/ niet moeilijk	Moeilijk	Te moeilijk
	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)
Eerste deel (n=47)	4 (8,5)	17 (36,2)	25 (53,2)	1 (2,1)	0 (0,0)
Tweede deel (n=48)	4 (8,3)	7 (14,6)	33 (68,8)	4 (8,3)	0 (0,0)
Derde deel (n=48)	0 (0,0)	5 (10,4)	22 (45,8)	15 (31,3)	6 (12,5)
Vierde deel (n=45)	3 (6,7)	9 (20,0)	30 (66,7)	3 (6,7)	0 (0,0)

Tijdens de interviews kwamen de begrippen “interessant” en “leuk” regelmatig terug, net als dat de leerlingen er “veel van geleerd” hadden. Eén leerling was ook zeer verrast over hoe leuk ze het vond: “Eerst dacht ik van “O, energie, dat is allemaal over eten en zo,” maar toen ik hoorde over zonnepanelen en steenkool en zo, dat vind ik wel leuk. Leuker dan ik van te voren dacht. Veel leuker.” Ook een andere leerlingen heeft een overgang ervaren tijdens de activiteit: “Ik vond het best wel een moeilijke opdracht, want ik wist er niet zo veel van, en toch vind ik het leuk en nu weet ik er best veel van.” Twee leerlingen gaven expliciet aan dat ze wel vaker een dergelijke activiteit zouden willen doen (“Ik hoop dat we dit meer gaan krijgen” en “Krijgen we dit nu vaker? (Nee) Ik zou het wel willen”). Een leerling gaf aan dat het leuker was dan een normale les: “Ik vond het leuker dan een normale les en kon zelf bepalen wat ik wilde weten”.

De betekenis van de verschillende waarderingen is dat de les positief gewaardeerd wordt door de leerlingen. De leerlingen geven aan de les zowel interessant als leuk te vinden. Ook het niveau voldoet aan de eigen wens van de leerlingen, met uitzondering van het derde lesdeel. Een aantal leerlingen vindt dit te moeilijk.

4.3.5 Casus: Fusie-energie

Ondanks dat er geen specifieke evaluatie-elementen zijn opgenomen voor de casus is hierover wel iets af te leiden. Eerst bespreek ik de gegeven argumenten door de leerlingen over fusie-energie tijdens de groepsdiscussies. Vervolgens kijk ik naar uitspraken tijdens de evaluatie-interviews en sluit ik af met een terugblik op eerdere resultaten die ook aan de casus te relateren zijn.

Argumenten tijdens groepsdiscussies

Er zijn zeven discussiegroepen geweest met in totaal 46 leerlingen. Het aantal unieke argumenten over fusie-energie is respectievelijk 9, 3, 9, 6, 14, 9 en 11. Hierbij is geen onderscheid gemaakt tussen voor- en tegenargumenten. De tweede discussiegroep heeft de minste fusie-energie argumenten. Het was tijdens de uitvoering ook al snel duidelijk dat de discussie bij deze groep niet echt op gang kwam over fusie-energie en daarom hebben zij vooral gediscussieerd over andere energiebronnen. Bij de andere zes groepen heeft er wel een discussie plaatsgevonden. Naast het aanhalen van de verschillende argumenten is bij deze discussies ook gebleken dat er door de leerlingen gepraat wordt over de waarde van de argumenten.

Met uitzondering van de tweede groep zijn er altijd meer argumenten voor fusie-energie genoemd dan argumenten tegen fusie-energie tijdens de discussies. De argumenten voor die het meeste voorkomen zijn: fusie-energie is schoon/schoner dan andere bronnen; fusie-energie levert veel energie/meer energie dan andere bronnen; er worden weinig grondstoffen gebruikt/grondstoffen zijn in ruime mate beschikbaar; er ontstaat alleen kortdurend radioactief afval en fusie-energie is veilig. De tegenargumenten die voornamelijk genoemd werden zijn de onzekerheid over de haalbaarheid, lange tijd tot rendabele productie, hoge kosten en mogelijke gevaren.

Bij alle groepen wist wel een leerling in eigen woorden uit te leggen wat fusie-energie was. De uitleg verschilde van eenvoudig ("botsing van deeltjes waarbij energie vrij komt") tot zeer uitgebreid (een uitleg met informatie over centrales, voorwaarden voor het proces, atoomdeeltjes en stand van onderzoek).

Uitspraken interviews

Tijdens de interviews is er niet specifiek gevraagd aan fusie-energie, maar een aantal leerlingen hebben er wel uitspraken over gedaan. Tijdens een vraag naar het proces vertelde een leerling: "Wij waren gewoon fusie-energie aan het zoeken, maar vonden niet echt iets waarvan we dachten dat het iets zou opleveren, maar toen keken we een filmpje en toen legden ze het heel goed uit en daarna kwamen we op een site met de mening van een meneer en die legde ook uit hoe het gemaakt werd en toen snapte ik het". Dit geeft aan dat het onderwerp eerst als moeilijk werd ervaren, maar er na een goede uitleg wel mee gewerkt kon worden. Een andere leerling zei concreet: "Ik weet nu een beetje wat fusie-energie is".

Bij de vraag wat de leerlingen nog hebben gemist in de energie-activiteit of wat ze nog zouden willen weten kwamen meerdere vragen over fusie-energie specifiek. Dit waren “Wanneer is fusie-energie ontstaan en hoe is het ontstaan?”; “Is er al fusie-energie? Kun je het al gebruiken?”; “Hebben jullie al een test gedaan met fusie-energie?” en “Hoe snel zouden mensen fusie-energie kunnen gaan gebruiken?”. De leerlingen die deze vragen stelden zijn duidelijk geïnteresseerd en stellen naar mijn mening ook goede vragen hierover.

Terugblik eerdere resultaten

Geen enkele leerling kende fusie-energie voordat dit in de les aan bod kwam. Maar liefst 27 van de 48 leerlingen plaatsen fusie-energie als begrip bij hun woordspin tijdens de posttest. Dit aantal vind ik vrij hoog. De leerlingen geven wel aan dat het derde deel is van de activiteit, als fusie-energie aan bod komt, moeilijker wordt gevonden dan de andere onderdelen. Bij het vierde deel, waarbij er gediscussieerd werd over fusie-energie, vonden de leerlingen dat ze het beste konden deelnemen van alle onderdelen. Dit is een duidelijk tegengesteld beeld. Ook de mindere resultaten op de vraag naar het kunnen volgen van alle onderdelen tijdens een lesdeel scoort het vierde deel weer goed.

Betekenis

Ondanks dat er geen specifieke meetinstrumenten zijn ingezet om de bekijken of de casus geschikt was zijn er wel resultaten. Deze resultaten wijzen uit dat de meeste leerlingen de casus niet als belemmerend hebben ervaren. Het deel waarbij fusie-energie als eerste aan bod komt wordt wel als moeilijker ervaren. Echter is dit niet terug te vinden in het deel daarna waarbij over de casus gediscussieerd werd. Daarbij zijn de resultaten op moeilijkheid en het goed kunnen deelnemen weer hoog. Zelfs hoger dan bij de eerste twee delen.

Uit de evaluatieve interviews blijkt dat een aantal leerlingen geïnteresseerd is om meer te weten te komen over fusie-energie. Het aantal argumenten dat tijdens de discussies aan bod is gekomen is vind ik ook voldoende om te kunnen concluderen dat de leerlingen met deze casus aan de slag kunnen binnen het ontwikkelde lesontwerp.

5 Conclusie en reflectie

In dit laatste hoofdstuk komen de belangrijkste conclusies aan de orde. Ik geef eerst een korte inleiding over het onderzoek om vervolgens de belangrijkste resultaten te bespreken en daaruit conclusies te trekken. De beperkingen en reflectie volgen daarna. Als afsluiting doe ik een aantal aanbevelingen.

Binnen het onderzoek heb ik gekeken naar het stimuleren van Scientific Citizenship in groep 8 van het primair onderwijs. Dit heb ik gedaan door eerst een documentenanalyse uit te voeren van de bestaande middelen op het gebied van de casus fusie-energie voor een iets bredere doelgroep. Deze analyse, samen met de resultaten uit het theoretisch kader, heb ik vervolgens gebruikt om een lesontwerp te maken.

Het gemaakte lesontwerp is beoordeeld via een expert review. Na het aanpassen van het lesontwerp is dit vervolgens uitgevoerd in twee klassen. Deze pilot is geanalyseerd op de dimensies Public Competence (PC) en Public Participation (PP) die een rol spelen bij Scientific Citizenship. De evaluatie heeft plaatsgevonden door het afnemen van vragenlijsten, observatie van de pilots en analyse van beeldmateriaal van groepsdiscussies en evaluatieve interviews met de leerlingen.

Conclusies

In de documentenanalyse is gekeken naar de vertegenwoordiging van elementen uit de PC en PP dimensies zoals omschreven door Mejlgaard en Stares (2010). De conclusie is dat de meeste van de acht bekeken initiatieven zich meer aan de PC-kant van het continuüm dan aan de PP-kant bevinden. Dit heeft aanleiding gegeven tot een sterkere insteek op elementen uit de PP dimensie voor het nieuwe lesontwerp. De conclusie is dat er een actievere rol voor de leerling opgenomen dient te worden en kennisoverdracht niet het primaire doel is wanneer er gewerkt wordt aan Scientific Citizenship. De actieve rol voor leerlingen betekent dat zij zelf aan zet zijn om informatie te vergaren en verwerken, een eigen mening te vormen en deel te nemen aan een groepsdiscussie. Dit ligt volledig in lijn met de drie adviezen die Davies (2004) geeft voor het stimuleren van Scientific Citizenship binnen een onderwijscontext.

De expert review is gedaan door drie experts. Zij hebben diverse adviezen gegeven vanuit een educatieve invalshoek om het lesontwerp dat gemaakt is vanuit het theoretisch kader en de conclusies van de documentenanalyse te verbeteren. Een aantal verbeteringen, zoals het toevoegen van attractievere inleidingen en het doortrekken van de actieve rol van de leerlingen naar de terugblikken tijdens de afronding van lesdelen, is doorgevoerd. Een advies om een rolverdeling vast te stellen voor de leerlingen bij het werken in groepen is niet doorgevoerd, aangezien dit de vrijheid in informatievergaring en meningsvorming zou kunnen beperken. Deze meningsvorming is van cruciaal belang voor werken aan Scientific Citizenship (Davies, 2004; Sperling, 2010).

De analyse van de pilot is op tien kenmerken uit het theoretisch kader gedaan. Drie kenmerken behorende bij de dimensie PC (feitelijke kennis, interesse in het onderwerp en mate van het gevoel van op de hoogte zijn), vier kenmerken behorende bij de dimensie PP (niveaus van Hodson, adviezen van Davies en de participatie en stimulering van de leerlingen) en relevantie, belevingswereld en waardering.

Op het gebied van de PC dimensie is gebleken dat het aantal begrippen dat de leerlingen associëren met het thema energie is toegenomen. Dit is een indicator voor de toename van de feitelijke kennis. De interesse van de leerlingen is door de pilots meer gevormd. Zowel de positieve kant als de negatieve kant heeft meer aanhangers kregen ten opzichte van neutraal. De positieve kant is meer gegroeid dan de negatieve kant. De mate van het gevoel van op de hoogte zijn is bij de deelnemers toegenomen. Deze drie componenten zijn volgens Mejlgaard en Stares (2010) kenmerkend voor de dimensie PC. Door ontwikkelingen op deze drie componenten concludeer ik dat er door de leerlingen vooruitgang is geboekt op het gebied van Public Competence.

Binnen de PP dimensie zijn de pilots geëvalueerd op de stappen die opgesteld zijn naar aanleiding van de niveaus van Hodson zoals door Sperling (2010) omschreven. Er is een significante stijging te zien bij het voldoende uitvoeren van de eerste drie stappen. Opvallend is dat de tweede stap (bekendheid met energiebronnen) door meer leerlingen in de pre-test bereikt wordt dan de eerste stap (bekendheid met energieprobleem en maatschappelijke context). Dit kan veroorzaakt worden doordat energiebronnen wel verwerkt zijn in de kerndoelen van het primair onderwijs, maar het energieprobleem niet.

De adviezen van Davies (2004) zijn verwerkt in het lesontwerp. Deels doordat leerlingen verplicht zijn om deel te nemen aan de groepsdiscussie en dat ook doen, deels door de rol die de leerkracht en de expert inneemt. De participatie van de leerlingen tijdens de groepsdiscussies is hoog. 41 van de 46 leerlingen heeft meer dan drie keer een toevoeging gedaan. De leerlingen vinden ook dat ze bij alle onderdelen goed kunnen participeren. Minimaal 80% van de leerlingen vindt dat voor alle lesdelen. Het derde deel waarbij de leerlingen zelf een mening vormen over fusie-energie als mogelijke oplossing van het energieprobleem, wordt het moeilijkst gevonden. Daarbij is de betrokkenheid van de leerlingen ook het laagst van de vier lesdelen. Een mogelijke oorzaak is dat ze tijdens dit onderdeel volledig vrij waren om informatie te zoeken. Het enige dat ze meekregen als kader is dat ze een mening moesten vormen over fusie-energie. Een andere mogelijke oorzaak kan de complexiteit van de beschikbare informatie over fusie-energie zijn. De leerlingen gaven zelf regelmatig aan tijdens de interviews dat de gevonden informatie moeilijke woorden bevat of onduidelijk is. Toch voelt nog tweederde van de leerlingen zich betrokken bij dit lesdeel. De leerlingen geven ook aan na elk lesdeel graag door te willen gaan met het volgende deel.

Concluderend over de dimensie Public Participation is te zeggen dat deze vertegenwoordigd is in het nieuwe lesontwerp. De significante stijging op de eerste drie stappen naar aanleiding van de niveaus van Hodson is de grootste indicator hiervoor.

De casus fusie-energie blijkt een geschikte casus voor deze pilots. De leerlingen kunnen zelf aan de slag met dit relatief moeilijke onderwerp waarover nog vele onzekerheden zijn. De maatschappelijke relevantie is duidelijk voor een groot deel van de leerlingen en het betrekken van het onderwerp op de eigen belevingswereld lukt bij de meesten. De leerlingen waarderen de activiteit met een rapportcijfer van een 7,3.

Volgens Millar and Osborne (1998) en House of Lords (Verenigd Koninkrijk) is het van belang om al vanaf een jonge leeftijd te werken aan Scientific Citizenship (House of Lords Science and Technology Select Committee, 2000). Ik concludeer dat het gemaakte lesontwerp een bijdrage levert voor de leerlingen aan zowel de dimensie PC en PP. Wanneer deze dimensies in balans ontwikkeld worden kan men spreken van Scientific Citizenship volgens Mejlgaard (2009). Over het in balans zijn van de dimensies bij het gemaakte lesontwerp kan ik geen conclusies trekken, maar wel is duidelijk dat de PP dimensie een grotere rol heeft gekregen dan bij de bestaande initiatieven uit de documentenanalyse.

Reflectie

Dit onderzoek is exploratief en heeft een kleine scope. Daardoor vallen de resultaten niet te generaliseren naar een bredere leeftijdsgroep. Doordat de pilots in een kleine groep zijn gedaan kan voorkennis en interesse van de leerlingen invloed hebben gehad op de uitkomsten. Ook het enthousiasme waarmee de twee leerkrachten tijdens de pilots aan de slag zijn gegaan is mogelijk van invloed geweest op de resultaten. Verder is gewerkt met slechts één of enkele vragen per element waardoor de onderbouwing beperkt is. Bij een aantal elementen is wel triangulatie toegepast door de resultaten van de vragenlijsten te combineren met analyse van beeldmateriaal en de evaluatieve interviews. Daarnaast vinden de leerlingen het mogelijk leuk om überhaupt een ander type les te krijgen, wat de resultaten in positieve zin beïnvloed kan hebben. Tenslotte dient in acht genomen te worden dat de leerlingen over zichzelf gerapporteerd hebben. Dit heeft mogelijk ook een minder objectief beeld opgeleverd.

Over hoe de leerlingen zich gaan gedragen als Scientific Citizen in de toekomst is nu niets zeggen. Zelfs wanneer er metingen gedaan kunnen worden over een aantal jaren is het nog onmogelijk om dit toe te schrijven aan een enkele interventie op dit gebied.

Aanbevelingen

Het advies van mij aan Stichting Techniekpromotie is het doorzetten van het ontwikkelen van activiteiten voor primair onderwijs die bijdragen aan Scientific Citizenship naast activiteiten op het gebied van attitude-ontwikkeling. Dit onderzoek heeft laten zien dat de deelnemers in staat zijn om deel te nemen aan een activiteit met dit doel. Dit is interessant voor de stichting aangezien zij kinderen en jongeren willen voorbereiden op de maatschappij waarin zij terecht komen, naast het vergroten van de positieve attitude op het gebied van wetenschap en techniek.

Dit onderzoek draagt bij aan het starten van het ontwikkelen van Scientific Citizenship bij leerlingen op de basisschool. Het aantonen van de haalbaarheid van activiteiten met deze doelstelling en het gemaakte lesontwerp zijn de eerste stappen op weg naar een programma dat hier uitvoerig aandacht aan besteedt.

Het gebruikte lesontwerp bij de pilots kan als inspiratiebron dienen voor een activiteit die bijdraagt aan Scientific Citizenship van leerlingen. Het is wenselijk dat dit lesontwerp verder doorontwikkeld wordt en indien mogelijk in diverse varianten getest wordt, om zo een nog betere activiteit te krijgen om bij te dragen aan Scientific Citizenship van basisschoolleerlingen. Ook het onderzoek uitbreiden naar een bredere leeftijdsgroep is wenselijk als vervolgonderzoek.

Literatuurlijst

- Bauer, M. W., Allum, N., & Miller, S. (2007). What can we learn from 25 years of PUS survey research? Liberating and expanding the agenda. *Public Understanding of Science*, 16(1), 79-95. doi: 10.1177/0963662506071287
- Dalderup, L. (2000). Wetenschapsvoorlichting en wetenschapsbeleid in Nederland 1950-2000. *Gewina*, 23(3), 165-192.
- Davies, I. (2004). Science and citizenship education. *International Journal of Science Education*, 26(14), 1751-1763. doi: 10.1080/0950069042000230785
- Dijkstra, A. M. (2008). *Of publics and Science: how publics engage with biotechnology and genomics*. Enschede: University of Twente.
- Dijkstra, A. M., Seydel, E. R. M., & Gutteling, J. M. (2003). *Effectieve wetenschapscommunicatie: een communicatievraagstuk*. Paper presented at the Kennisdagen Communicatie 2003.
- Hanssen, L. (2004). *Verbeelding van de wetenschap*. Amsterdam: Stichting Weten.
- House of Lords Science and Technology Select Committee. (2000). Third Report: Science and Society.
- Mejlgaard, N. (2009). The trajectory of scientific citizenship in Denmark: Changing balances between public competence and public participation. *Science and Public Policy*, 36(6), 483-496. doi: 10.3152/030234209x460962
- Mejlgaard, N., & Stares, S. (2010). Participation and competence as joint components in a cross-national analysis of scientific citizenship. *Public Understanding of Science*, 19(5), 545-561.
- Millar, R., & Osborne, J. (1998). Beyond 2000 Science education for the future; a report with ten recommendations
- Nelissen, J., Boswinkel, N., & Goeij, E. d. (2007). Realistisch reken-wiskundeonderwijs in het sbo (1): Theorie, vragen en perspectieven. *Tijdschrift voor orthopedagogiek*(46), 321-331.
- Parkins, W. E. (2006). Fusion Power: Will It Ever Come? *Science*, 311(5766), 1380. doi: 10.1126/science.1125657
- Sperling, E. (2010). "More than particle theory": Citizenship through school science. *10*(3), 255.
- Uum, M. v., Rohaan, E., & Bakx, A. (2012). Opbrengsten van wetenschap- en techniekactiviteiten van sCoolscience (pp. 61). Eindhoven: Schoolscience Eindhoven School of Education Fontys Hogescholen.
- Vaan, E. d., & Marell, J. (2006). *Praktische didactiek voor natuuronderwijs*: Uitgeverij Coutinho.
- Van Aalderen-Smeets, S. I., Walma Van Der Molen, J. H., & Asma, L. J. F. (2010). Primary teachers' attitudes toward science: A new theoretical framework. *Science Education*.
- Veerman, E. (2006). Het wordt niks met kernfusie Retrieved 25 september 2012, from <http://www.wetenschap24.nl/nieuws/artikelen/2006/maart/Het-wordt-niks-met-kernfusie.html>
- Westra, M. (2010). Kernfusie: een zon op aarde: FOM-instituut voor plasmafysica "Rijnhuizen".

Bijlagen

A Lesontwerp - Docenteninstructie

Docenteninstructie module fusie-energie

De module over fusie-energie voor groep 8 van de basisschool bestaat uit 4 onderdelen (inleiding, energiebronnen, fusie-energie en groepsdiscussie). Per onderdeel staat in deze docenteninstructie aangegeven wat de werkvormen en rollen zijn. De leerlingen krijgen allemaal een leerlingwerkboek waarin informatie staat en ruimte is om opdrachten te maken. Als overig materiaal is er een (digitaal) schoolbord nodig en wordt er voorzien in een poster die de leerlingen kunnen invullen voor het tweede deel.

Deel 1: Inleiding

Een beeld vormen van de maatschappelijke context van het energieprobleem met aangeboden feitelijke kennis over verbruik en de gevolgen voor de eigen leefwereld

Tijdens dit eerste deel gaan de leerlingen ontdekken hoeveel energie er op de wereld verbruikt wordt. Ook ontdekken ze waarbij ze zelf allemaal energie gebruiken. Dit deel over de energievraag is een inleiding op de andere drie delen waarbij er gekeken wordt naar energieproductie. In dit deel wordt er een brainstorm gedaan met een mindmap, maken de leerlingen een hoofdstuk uit het werkboek en bedenken ze waarbij ze zelf energie gebruiken.

Deel 1						
Tijd	Doel	Leerstof	Werkvorm	Activiteit van de docent/begeleider	Activiteit van de leerling	Bijzonderheden
3 min	Leidraad aanbieden	Inleiding: wat gaan we doen?	Presentatie	Presenteren en uitleggen Werkboek uitdelen	Luisteren	Vertellen dat er 4 delen zijn: 1. Inleiding 2. Energiebronnen 3. Fusie-energie 4. Groepsdiscussie

15 min	Inventariseren wat allemaal bekend is van energie		Brainstorm met mindmap	Mindmap maken aan de hand van de input van leerlingen op bord	Input leveren voor mindmap	Centrale woord mindmap: Energie De volgende termen (of equivalenten) zouden minimaal in de mindmap moeten voorkomen: Verbruik (apparaten); Energiebronnen; Hout; Steenkool; Gas; Olie; Water; Wind; Zon
	Schrijf op het bord in het midden het woord “energie” met een cirkel er omheen. Vraag aan de leerlingen waar zij aan denken bij het thema “energie”. Schrijf deze woorden om het woord energie heen en maak verbindinglijnen in de lijn van de gedachten van de leerlingen. Indien dit niet direct duidelijk is, vraag dan aan de leerlingen waar het woord geplaatst dient te worden. In het geval dat er niet voldoende concepten genoemd worden kunnen de volgende stimulerende vragen worden gesteld: Wat gebruikt allemaal energie?; Waar komt energie vandaan?					
10 min	Feitelijke informatie aanbieden	Hoeveel energie is er nodig?	Doorlopen informatie en vragen uit het werkboek	Begeleiden bij vragen indien nodig	Werkboek hoofdstuk individueel doorlopen	In het werkboek het hoofdstuk energieverbruik maken.

7 min	Gevolgen voor eigen leefwereld – relevantie voor leerlingen aanbrengen	Veel in ons dagelijkse leven is afhankelijk van energie	Lijst maken van dingen die afhankelijk zijn van energie	Gesprek leiden; vraag voorleggen	Bedenken van dagelijkse activiteiten waar energie voor nodig is	Voorbeelden directe beleving: (mobiele) telefoon, televisie, (spel)computers, licht, koelkast, auto/vervoersmiddelen, verwarming, warm en stromend water, rekenmachine, wekker, eten koken, achtbanen/pretpark, bioscoop, bowlingbaan Voorbeelden indirecte beleving: productie van kleding, voedingsmiddelen, schoolmaterialen, meubels
	Mogelijke stimulerende vragen: Als je 's ochtend opstaat wat doe je dan?; Wat zie je allemaal om je heen?; Wat heb je afgelopen weekend/woensdagmiddag gedaan? Eindigen met vraag: kunnen je je voorstellen hoe het zou zijn als er geen energie meer was voor al deze dingen?					

2 min	Afronding en vooruitblik			Terugblik/conclusie samenstellen met de leerlingen	Leerlingen leveren input	
	Vraag de leerlingen: Wat hebben we allemaal geleerd? We hebben gezien dat we bij heel veel dingen energie gebruiken en er eigenlijk niet meer zonder kunnen. Nu we weten hoeveel energie er nodig is kunnen we de volgende keer gaan kijken waar die energie vandaan komt.					

Deel 2: Energiebronnen

Leerlingen raken zelf bekend met diverse energiebronnen en vormen een beeld van de rol per bron binnen de totale energievoorziening waarbij de docent optreedt als coach

In dit deel wordt de huidige energieproductie bekeken door de leerlingen en de bijdrage die de huidige bronnen kunnen leveren in de toekomst. Het doel is om te komen tot een poster waarop de huidige energiebronnen staan en de bijdrage die zij leveren. De leerlingen maken in groepjes een onderdeel van de poster. Dit onderdeel gaat dan over een bepaalde energiebron. Hiervoor dient het format gebruikt te worden dat de groepjes aangeleverd krijgen.

Deel 2						
Tijd	Doel	Leerstof	Werkvorm	Activiteit van de docent/begeleider	Activiteit van de leerling	Bijzonderheden
2 min	Leidraad aanbieden	Inleiding: wat gaan we doen?	Presentatie		Geven input van wat ze de vorige keer hebben gedaan	Brug: De vorige keer hebben we gezien waar energie allemaal voor gebruikt wordt en hoeveel we in de wereld op dit moment gebruiken. Deze keer gaan we kijken naar waar de energie vandaan komt.
3 min	Interesse opwekken		Filmpje	Film aanzetten	Film kijken	http://www.youtube.com/watch?v=IhGE7RTYeLk Energieopwekking door HRe-Ketel (via digibord)
3 min	Opdracht uitleggen en verdelen		Presentatie			Bronnen: Hout, Steenkool, Gas, Olie, Biomassa, Water, Wind, Zon, Kernsplijting

	De groep verdelen in 9 teams (2 tot 3 leerlingen per team). Deze teams gaan elk een energiebron onderzoeken. Als leidraad gebruiken ze de volgende vragen: - Hoe levert deze bron energie? - Hoeveel energie kan deze bron leveren? - Wat zijn de voordelen van deze energiebron? - Wat zijn de nadelen van deze energiebron? ! In het werkboek is ruimte om eerst de gevonden informatie op te schrijven. Dan kunnen ze op de poster de informatie die ze hebben gevonden samenvoegen.					
30 min	Opdracht uitvoeren		Zelf informatie vergaren	De docent neemt een stimulerende rol aan	Leerlingen zoeken en verwerken informatie Ze maken een posterdeel	Posterdeel bestaat uit de 4 categorieën

2 min	Samenvoegen gevonden informatie		Posteronderdelen worden bij elkaar gebracht		Leerlingen plakken hun deel van de poster op de juiste plek	
	De tabel heeft de kolommen: Hout, Steenkool, Gas, Olie, Water, Wind, Zon, Kernsplijting En de rijen: Hoe werkt het? Wat is de productiebijdrage nu? Wat is de productiebijdrage in de toekomst? Voordelen? Nadelen?					
15 min	Conclusie			Docent vraagt groepjes en leidt gesprek	Groepjes vertellen kort wat ze gevonden hebben	
2 min	Afronding en vooruitblik					
	Docent maakt optelling van bijdrage aan energieproductie van de verschillende bronnen (indien mogelijk) en zet dit naast de vraag uit het eerste deel van de activiteit: conclusie bij de groeiende vraag hebben we onvoldoende productie uit deze bronnen in de toekomst. Dit wordt het energieprobleem genoemd. De volgende keer gaan we kijken naar een nieuwe energiebron: fusie-energie.					

Deel 3: Fusie-energie

Ontwikkeling van een eigen mening en bijbehorende waardeoordelen door leerlingen over fusie-energie waarbij de docent en expert optreden als coach

Tijdens dit deel krijgen de leerlingen de mogelijkheid om zelf te zoeken naar informatie over fusie-energie vanuit een invalshoek die ze zelf kiezen. Er is 100 miljoen euro beschikbaar en de leerlingen mogen meebeslissen of dit geïnvesteerd wordt in fusie-energie. Probeer de leerlingen zo vrij mogelijk te laten in wat ze precies opzoeken en hoe ze te werk gaan.

Deel 3						
Tijd	Doel	Leerstof	Werkvorm	Activiteit van de docent/begeleider	Activiteit van de leerling	Bijzonderheden
2 min	Leidraad aanbieden	Inleiding: wat gaan we doen?	Presentatie	Werkboek uitdelen	Luisteren	De eerste keer hebben we gezien waar energie allemaal voor gebruikt wordt en hoeveel we in de wereld op dit moment gebruiken. De vorige keer hebben jullie een groot aantal energiebronnen onderzocht en deze keer gaan we kijken naar een nieuwe energiebron, namelijk fusie-energie.

1 min	Aankondigen groepsdiscussie		Presentatie	Uitleggen dat het vierde deel uit een groepsdiscussie bestaat	Luisteren	
	Docent: In de volgende les over energiebronnen gaan we een groepsdiscussie over fusie-energie als energiebron voeren in kleine groepjes. We hebben dan namelijk 100 miljoen euro te besteden en de vraag is of we dat geld in fusie-energie moeten investeren. Dit keer gaan jullie je voorbereiden op die groepsdiscussie. Jullie kunnen zoeken naar de manier waarop fusie-energie werkt, hoeveel energie er geproduceerd kan worden en welke voor- en nadelen er zijn. Hiermee kunnen jullie een mening gaan vormen over de volgende stelling: De 100 miljoen euro die we hebben moeten we investeren in fusie-energie					
	<i>4 groepen maken voor de groepsdiscussie vervolgens groepjes maken voor het zoeken van informatie; deze groepjes bevatten 1 (a 2) leerling uit elke van de 4 discussiegroepen</i>					
3 min	Feitelijke basisinformatie overdragen	Wat is fusie- energie?	Tekst	Leerkracht leest zelf of laat leerlingen voorlezen	Meelezen	

50 min	Onderbouwen van mening	Divers: vrij om informatie te vergaren	Zelfstandig groepswork	Leerlingen stimuleren om informatie op te zoeken en helpen wanneer ze vast lopen	Zelfstandig zoeken van informatie mbt computer Invullen werkblad Meningsvorming Mening onderbouwen met argumenten	Stimulerende vragen: Denk jij dat fusie-energie een oplossing is voor het energieprobleem? Wat zijn de argumenten voor? Wat zijn de argumenten tegen? Op werkblad voldoende ruimte geven voor het noteren van bevindingen
2 min	Afronding	-	Groepsgesprek	Vragen of ze denken genoeg informatie te hebben om de groepsdiscussie te voeren	Vraag van docent beantwoorden	Leerlingen vragen niet met andere groepjes erover te praten, maar daarmee te wachten tot de groepsdiscussie

Deel 4: Groepsdiscussie

Voorbereiden van en het daadwerkelijk deelnemen aan de groepsdiscussie in kleinere groepjes over fusie-energie waarbij de docent en expert optreedt als coach

Tijdens dit laatste deel voeren de leerlingen een groepsdiscussie. Probeer ze hierin te stimuleren en het proces te begeleiden, maar niet inhoudelijk aan de discussie deel te nemen.

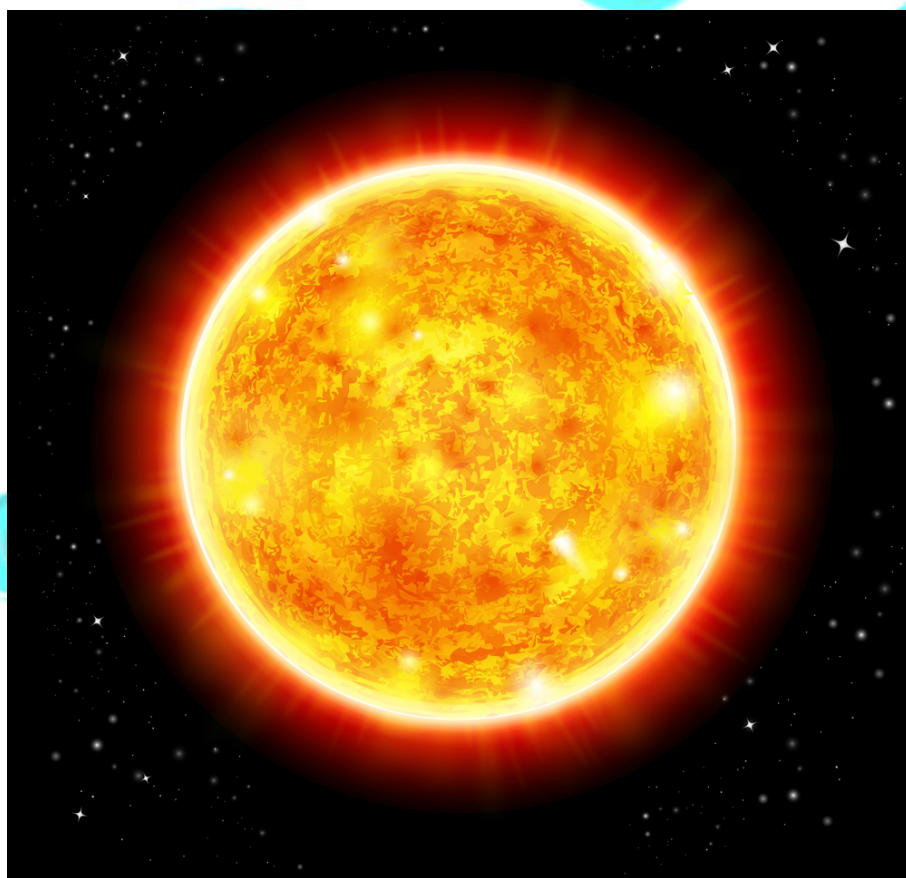
Deel 4						
Tijd	Doel	Leerstof	Werkvorm	Activiteit van de docent/begeleider	Activiteit van de leerling	Bijzonderheden
2 min	Inleiding			Vertellen dat er verder gegaan wordt met het energieproject	Luisteren Werkboek pakken	
10 min	Inventariseren wat er benodigd is voor de groepsdiscussie	Wat is een groepsdiscussie? Wat hebben we daarvoor nodig?	Vraaggesprek/brainstorm	Leider brainstorm	Deelnemers brainstorm	
	Opsplitsen van de groep in de gemaakte discussiegroepen					
3 min	Overgang naar discussievorm	-	-	Coördineren aanpassen opstelling ruimte	Opstelling in ruimte aanpassen	Kring maken

20 min	Vaardigheid aanleren	Vaardigheid: voeren van dialoog	Groepsdiscussie	Stelling voorleggen Proces bewaken Vragen stellen wanneer iets niet duidelijk is Geen eigen standpunt in groepsdiscussie innemen	Luisteren Reageren Kennis delen Mening bijstellen	Stelling: De 100 miljoen euro die we hebben moeten we investeren in fusie-energie
3 min	Evalueren	Hoe voer je een goede groepsdiscussie?	Rondvraag langs leerlingen met als vraag: Wat vond je van het discussie voeren?		Mening geven over hoe de groepsdiscussie ging	
2 min	Samenvatten evaluatie en aandachtspunten	Hoe voer je een goede groepsdiscussie?	Mondelinge terugkoppeling naar leerlingen	Samenvatten evaluatie en aandachtspunten opnoemen		Denk aan: Elkaar uit laten praten; Aangeven als je iets wilt zeggen; Open staan voor andere meningen en deze waarderen; Algemeen sociaal gedrag

5 min	Afronding				Luisteren	Bedanken dat ze zo goed hebben meegewerkt
10 min	Nagaan of er iets veranderd is naar aanleiding van de discussies		Werkblad invullen	Leerlingen werkblad laten invullen	Invullen werkblad	Extra vragen op werkblad: 1. Vond je het leuk om de discussie te voeren? 2. Heb je voldoende je mening kunnen geven tijdens de discussie? 3. Zou je nog een keer een groepsdiscussie willen doen?
2 min				Innemen werkbladen	Inleveren werkbladen	

Veel plezier gewenst bij het uitvoeren van deze module!

N-joy NRG



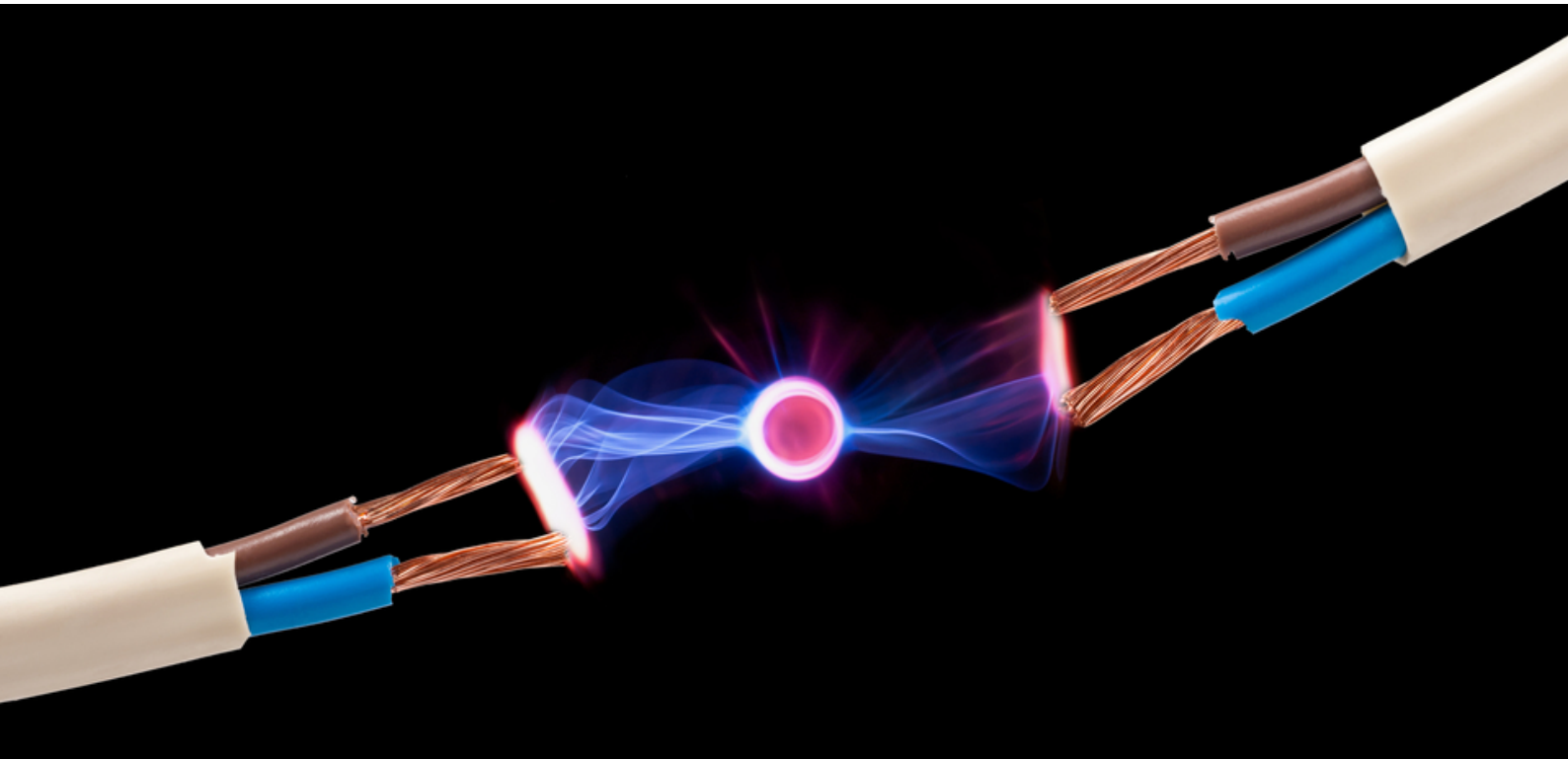
Werkboek

Naam:
Leeftijd:
Discussiegroep:
Vorbereidingsgroep:



Hoofdstuk 1

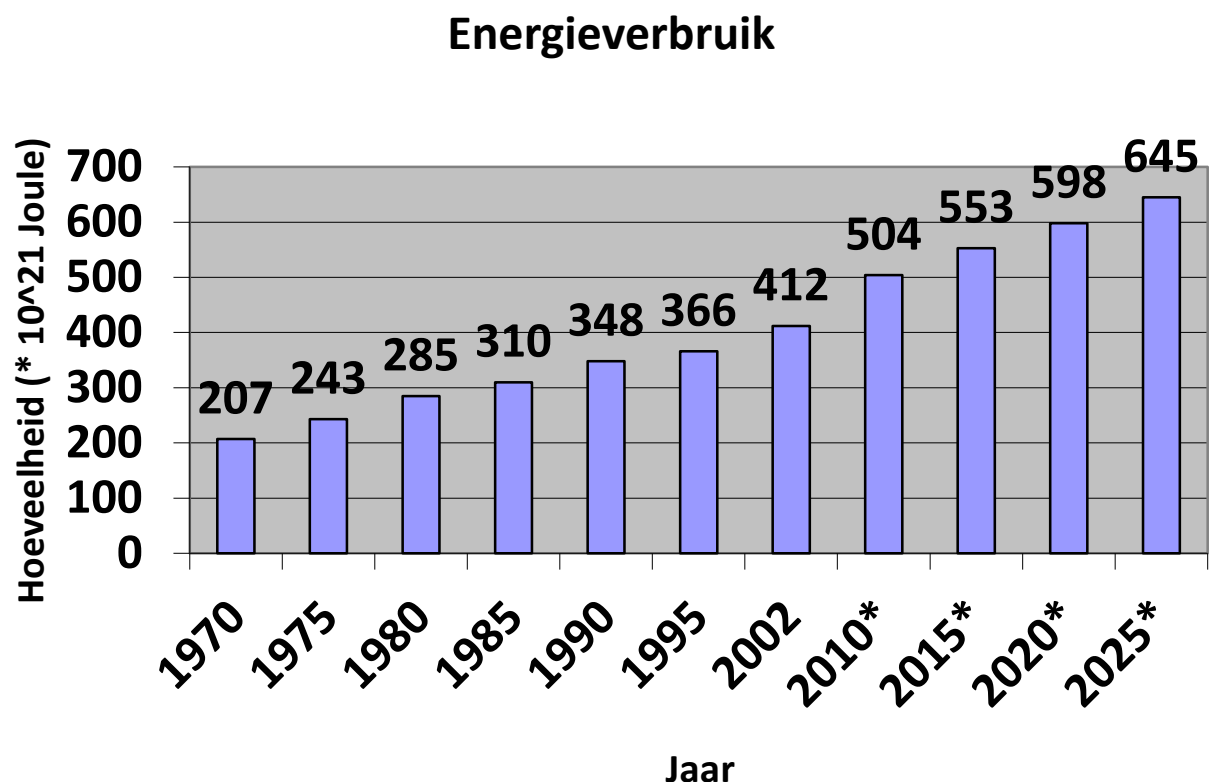
Energieverbruik



Energieverbruik tot 2025

Het aantal mensen op de wereld neemt toe. En daarnaast groeit het energieverbruik van opkomende landen zoals China en India enorm. Het energieverbruik zal daardoor stijgen in de komende jaren. Het is natuurlijk erg moeilijk om te voorspellen hoeveel energie er gebruikt gaat worden op de hele wereld in de toekomst, maar we kunnen daarvoor wel een verwachting maken op basis van bekende informatie.

Het Amerikaanse ministerie van energie heeft een organisatie die zich voornamelijk bezig houdt met deze voorspellingen en het meten van de hoeveelheid energie die er gebruikt wordt. Dit is de Energy Information Administration (EIA). In 2005 hebben ze een berekening gemaakt van de verwachting tot en met 2025. De verwachting is te zien in de grafiek. De waarden van 2010 en verder zijn de berekende waarden door de EIA.



Bron: International Energy Outlook 2005. Energy Information Administration, juli 2005.

Wat valt je op aan de grafiek?

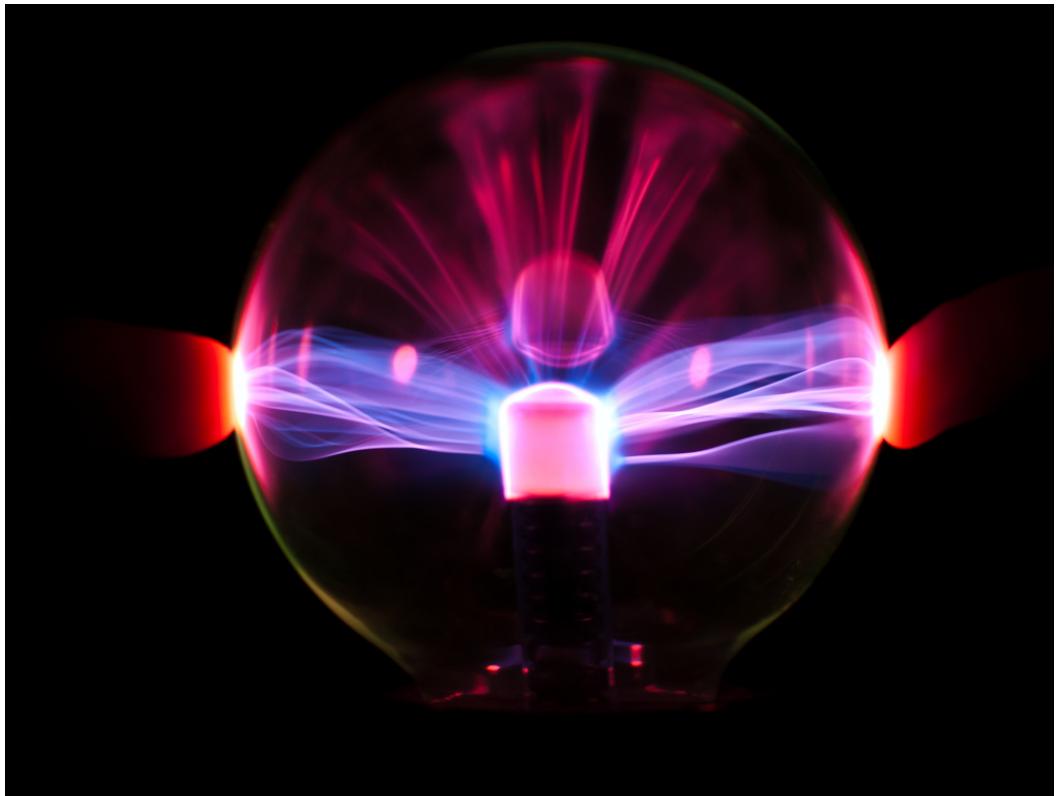
In de grafiek zien we dat er een stijgende lijn zit in het energieverbruik. De hoeveelheid energie die er wordt verbruikt staat in getallen. Dit zijn aantallen triljard Joules. Energie kun je meten in Joules, net zoals je gewicht kunt meten in grammen. 1 triljard Joules is 1 000 000 000 000 000 000 000 Joules.

Belangrijk is dat je in de grafiek ziet dat er een enorme toename zit aan het energieverbruik. Tussen 2002 en 2025 komt er ongeveer de helft bij (van 412 naar 645).



Hoofdstuk 2

Energiebronnen



Welke energiebron ga je onderzoeken?

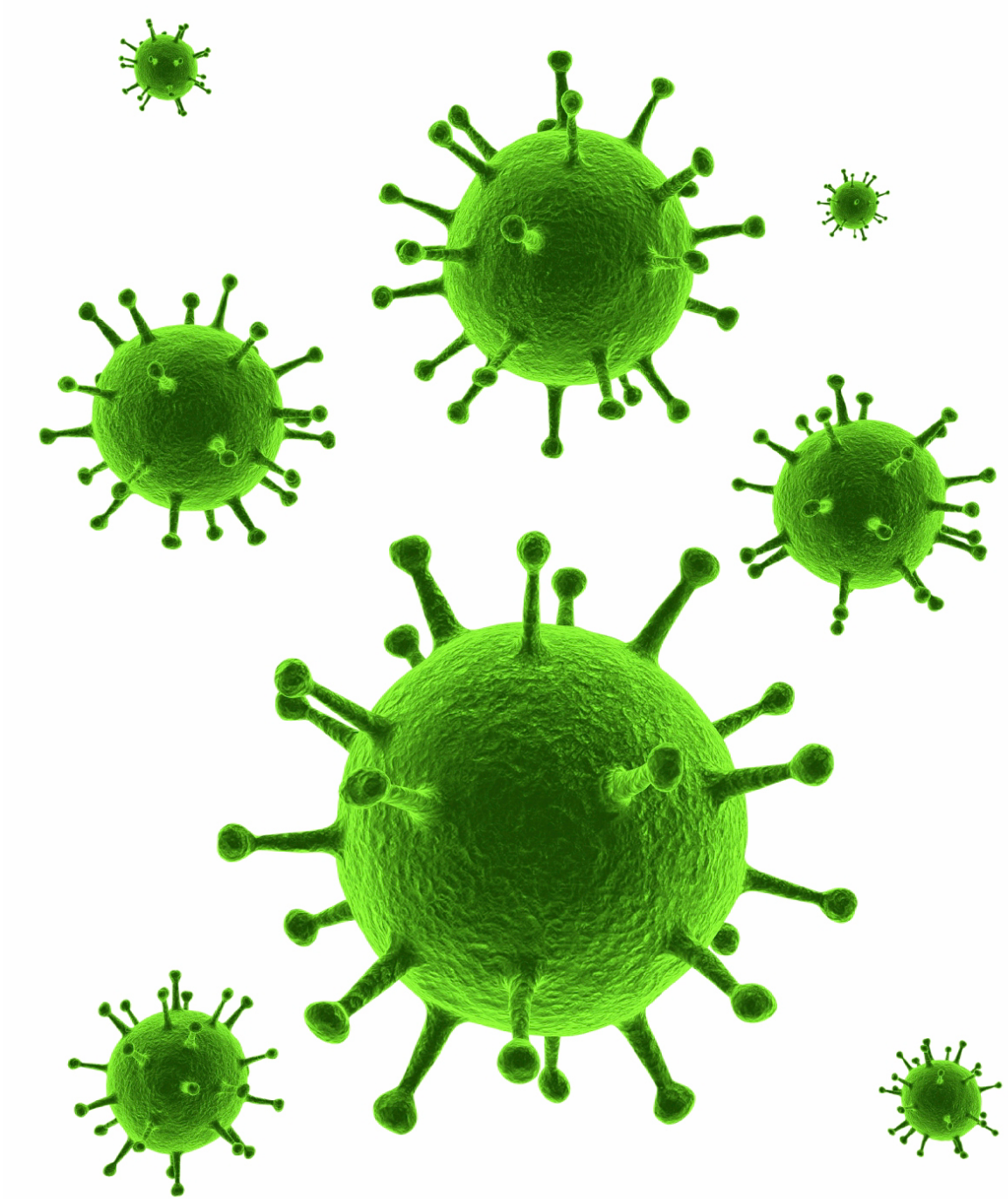
Hoe werkt de energiebron?

Welke bijdrage kan de energiebron leveren aan de energieproductie nu en in de toekomst?

Wat zijn de voordelen van deze energiebron?

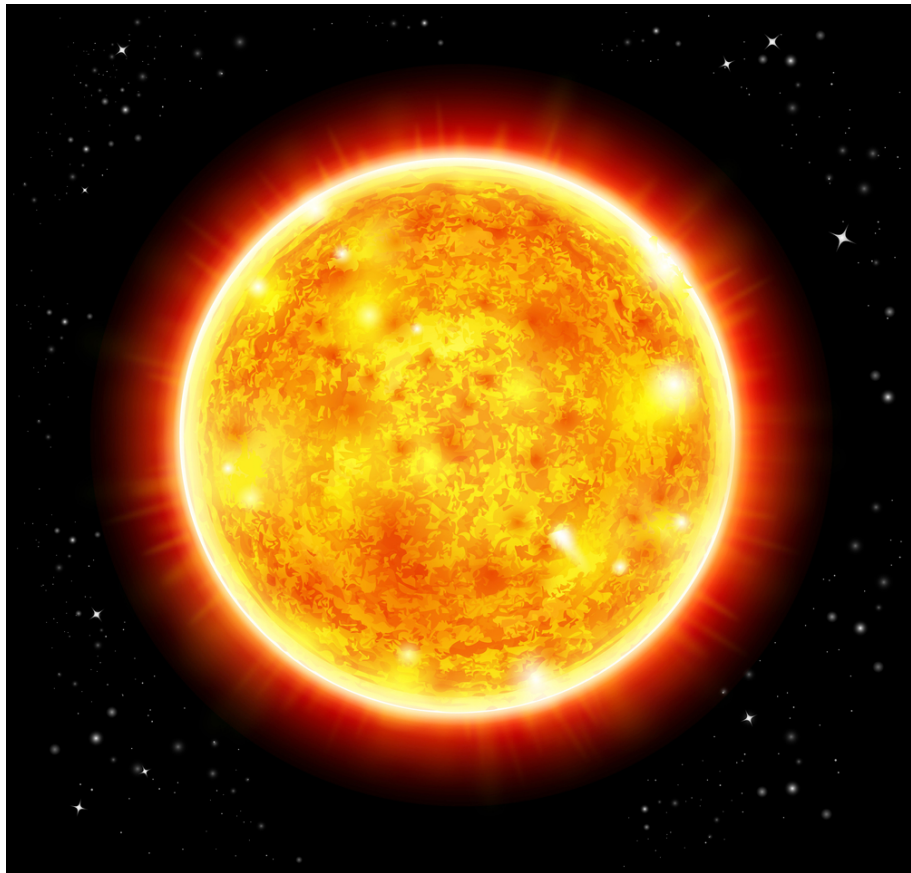
Wat zijn de nadelen van deze energiebron?

Vul nu het gekregen deel van de poster in met de gevonden resultaten. Probeer duidelijk te schrijven. Daarna kan dit deel op de grote poster geplakt worden.



Hoofdstuk 3

Fusie-energie

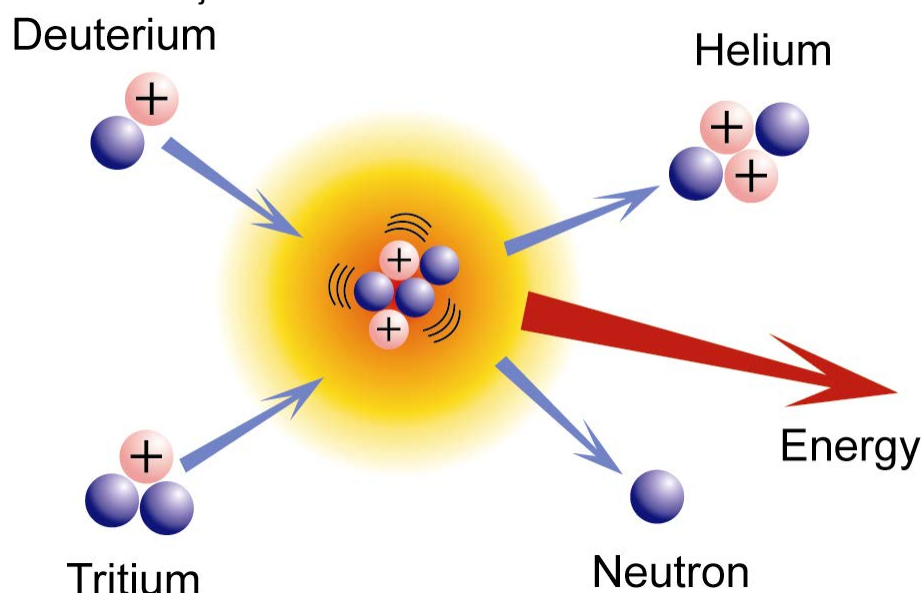


Nieuwe energiebron: fusie-energie

(Bron: Fusie-energie, een zon op aarde, uitgegeven door FOM Rijnhuizen)

Fusie-energie is een nieuwe duurzame energiebron. Bij fusie-energie smelten twee hele kleine deeltjes (kernen) samen tot een zwaarder deeltje. Hierbij komt energie vrij. Dit gebeurt er ook in de zon en daarom straalt de zon zo veel licht en warmte uit.

De twee kleine deeltjes die samen smelten heten Deuterium en Tritium.



Wanneer deze deeltjes in elkaar smelten krijg je helium (dat zit in ballonnen die opstijgen in de lucht), een klein deeltje dat een Neutron heet en heel veel energie.

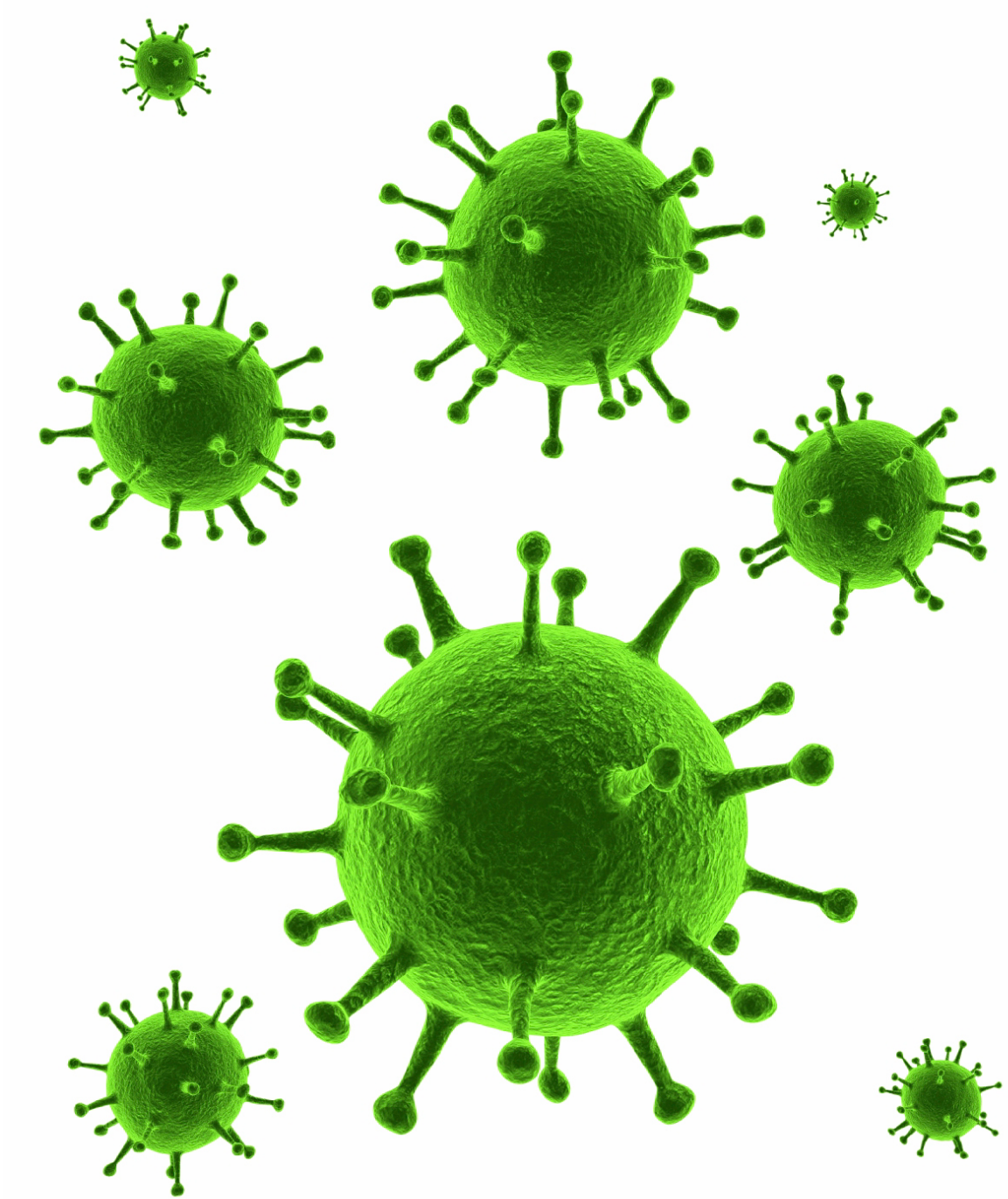
Om dit te laten gebeuren moet het heel warm zijn. Wel 10 tot 150 miljoen graden Celsius! Deze hoge temperatuur is nodig om het Deuterium en Tritium dicht genoeg bij elkaar te brengen. Deuterium en Tritium stoten elkaar namelijk af, net als magneten.

Wat is plasma?

Wanneer het warm genoeg is voor fusie-energie dan vallen alle stoffen uit elkaar. Dit noemen we dan een plasma. In een plasma bewegen allerlei deeltjes los van elkaar. Plasma zit in TL-buizen. Je kunt plasma voorstellen door te kijken naar wat er uit een spuitbus komt. Alleen zijn de deeltjes dan veel kleiner. Zo klein dat je ze niet met het blote oog kunt zien.

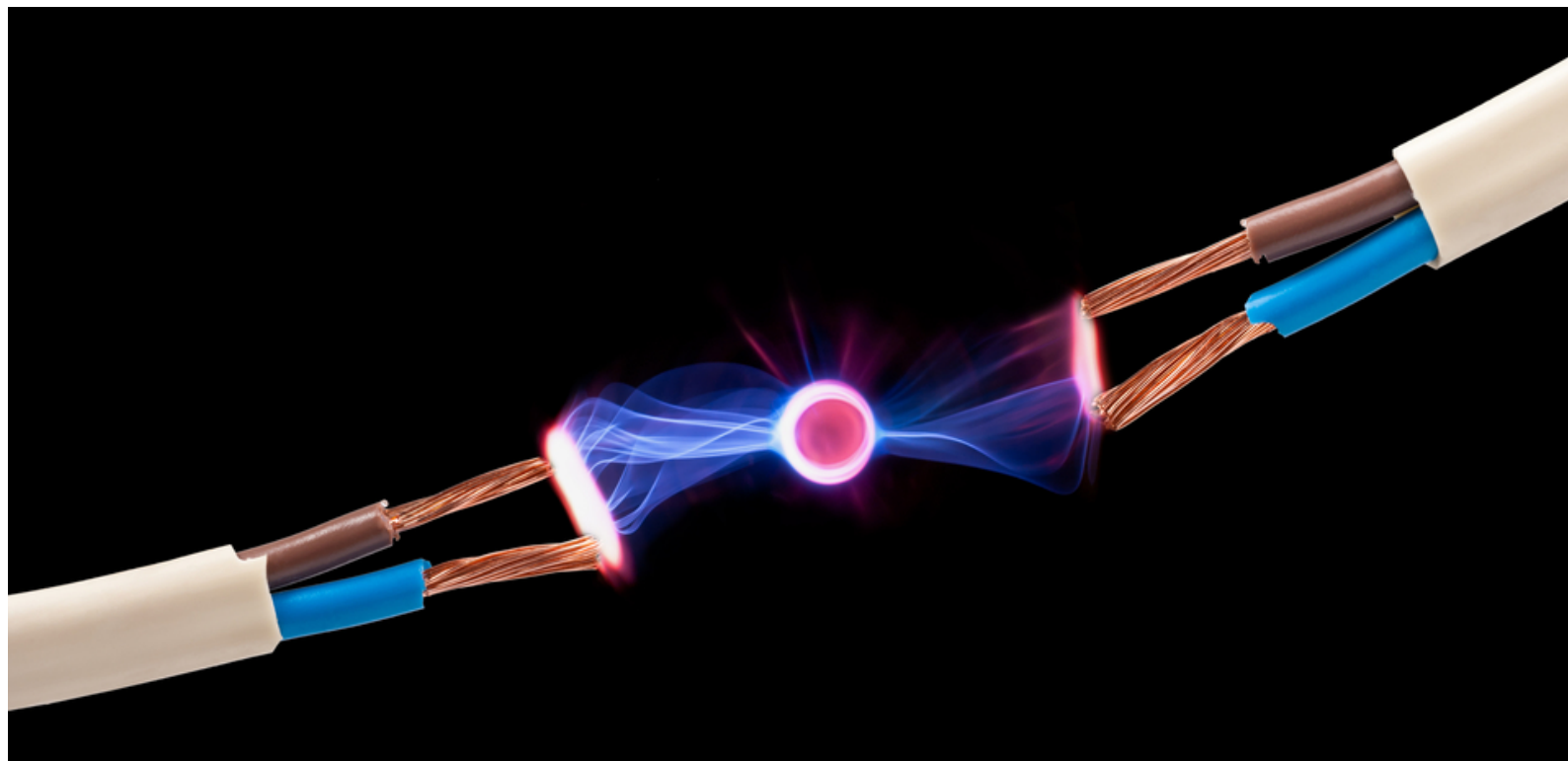
Nog niemand weet hoe we een plasma kunnen maken dat heel lang zo warm blijft dat er fusie-energie opgewekt kan worden. Als we weten hoe we een plasma zo warm kunnen maken als nodig dan moeten we nog ontdekken hoe we het zo warm kunnen houden en waar we het in kunnen bewaren. Plasma kunnen we wel zo laten stromen dat het de wand niet raakt van waar we het in bewaren. Er zijn dus op het moment nog wat uitdagingen voordat we fusie-energie kunnen opwekken.

Schrijf hier op wat je allemaal gevonden hebt tijdens het zoeken naar fusie-energie:
Als je meer ruimte nodig hebt dan kun je aan je leraar extra papier vragen



Hoofdstuk 4

Groepsdiscussie



Mening over de stelling voor de groepsdiscussie:

Mening over de stelling na de groepsdiscussie:

Extra vragen

Vond je het leuk om de discussie te voeren?

Heb je voldoende je mening kunnen geven tijdens de discussie?

Zou je nog een keer een groepsdiscussie willen doen?

Bedankt voor het meedoen aan deze lessenserie over energie!

C Vragenlijst en interviewschema

Energie-activiteit
Vragenlijst vooraf
Augustus 2012

Bij deze vragenlijsten zijn er geen goede of foute antwoorden. Probeer altijd te antwoorden vanuit jezelf. Begin met het plakken van je sticker in de rechterbovenhoek. Doe dit meteen ook op bladzijde 3.

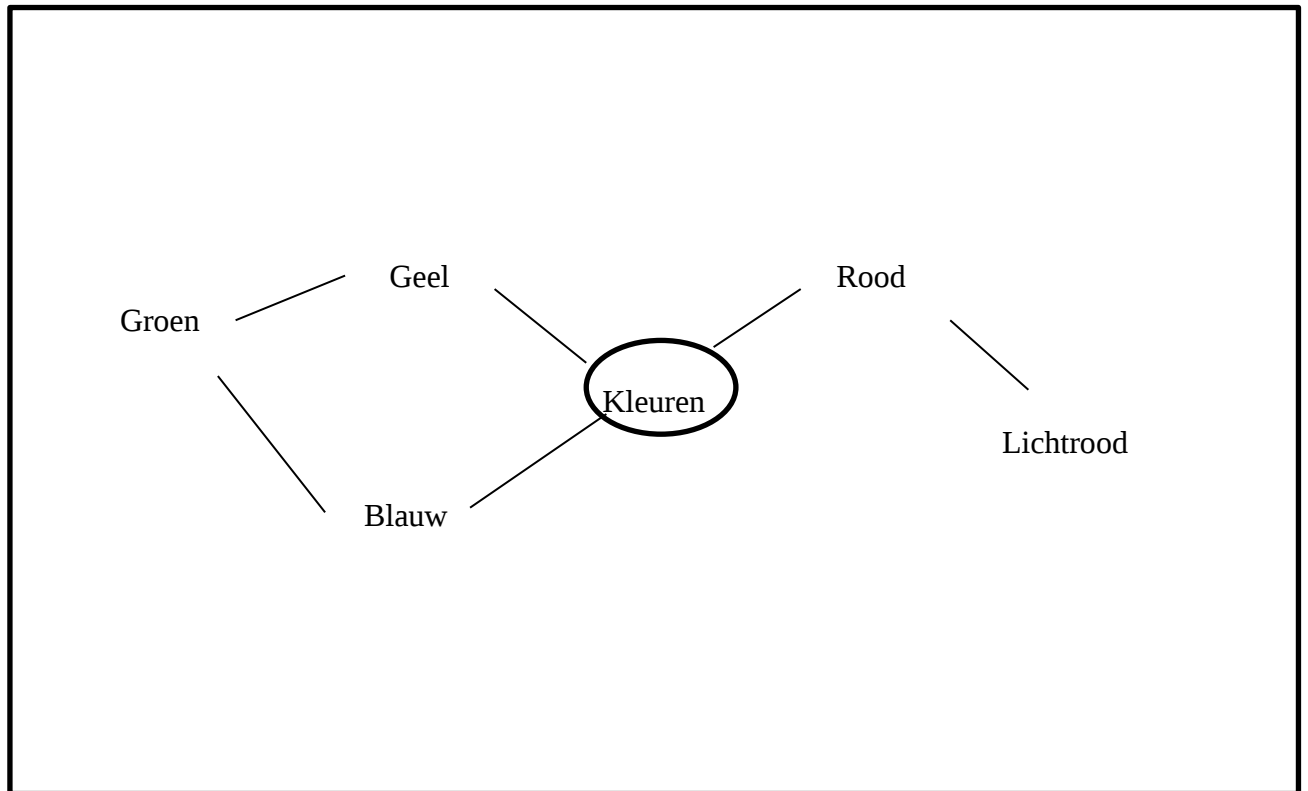
1. Zet telkens een kruisje in het hokje dat jij het beste vindt passen. Je mag steeds maar 1 hokje aankruisen

Ruimte voor sticker

	Klopt helema al niet	Klopt niet	Klopt een beetje	Klopt wel	Klopt helemaal wel
Ik ben geïnteresseerd in het onderwerp energie					
Ik weet al veel over het onderwerp energie					
Ik weet wat het energieprobleem inhoudt					
Ik weet welke rol het energieprobleem in de wereld speelt					
Ik ken veel verschillende energiebronnen en weet hoe ze werken					
Ik heb een mening over welke energiebronnen gebruikt moeten worden					
Ik zou deel willen nemen aan gesprekken over energie of andere technische onderwerpen buiten school					
Ik neem deel aan gesprekken over energie of andere technische onderwerpen buiten school					

2. Woordspin

Hier zie je een voorbeeld van een woordspin (alleen om te bekijken)



Maak nu je eigen woordspin over energie in het onderstaande vak

Ruimte voor sticker

Energie

Heb je een sticker geplakt op deze pagina en op de voorkant? Dan ben je klaar!

Energie-activiteit
Vragenlijst na deel 1
Augustus 2012

Bij deze vragenlijsten zijn er geen goede of foute antwoorden. Probeer altijd te antwoorden vanuit jezelf. Begin met het plakken van je sticker in de rechterbovenhoek.

1. Zet telkens een kruisje in het hokje dat jij het beste vindt passen. Je mag steeds maar 1 hokje aankruisen.

Ruimte voor sticker

	Klopt helema al niet	Klopt niet	Klopt een beetje	Klopt wel	Klopt helema al wel
Ik kon goed deelnemen aan het eerste deel van de energie-activiteit					
Ik kon alle onderdelen helemaal volgen tijdens het eerste deel					
Ik voelde me betrokken bij de energie-activiteit tijdens het eerste deel					
Ik heb zin om de volgende keer verder te gaan met de energie-activiteit					

	Te makkelijk	Makkelijk	Niet makkelijk/ niet moeilijk	Moeilijk	Te moeilijk
Het eerste deel van de energie-activiteit vind ik					

Heb je nog opmerkingen? Dan kun je die hier kwijt:

Heb je een sticker geplakt op deze pagina? Dan ben je klaar!

Energie-activiteit
Vragenlijst na deel 2
Augustus 2012

Bij deze vragenlijsten zijn er geen goede of foute antwoorden. Probeer altijd te antwoorden vanuit jezelf. Begin met het plakken van je sticker in de rechterbovenhoek.

1. Zet telkens een kruisje in het hokje dat jij het beste vindt passen. Je mag steeds maar 1 hokje aankruisen.

Ruimte voor sticker

	Te makkelijk	Makkelijk	Niet makkelijk/ niet moeilijk	Moeilijk	Te moeilijk
Het tweede deel van de energie-activiteit vind ik					
	Klopt helemaal niet	Klopt niet	Klopt een beetje	Klopt wel	Klopt helemaal wel
Ik kon goed deelnemen aan het tweede deel van de energie-activiteit					
Ik kon alle onderdelen helemaal volgen tijdens het tweede deel					
Ik voelde me betrokken bij de energie-activiteit tijdens het tweede deel					
Ik heb zin om de volgende keer verder te gaan met de energie-activiteit					

Heb je nog opmerkingen? Dan kun je die hier kwijt:

Heb je een sticker geplakt op deze pagina? Dan ben je klaar!

Energie-activiteit

Vragenlijst na deel 3

Augustus 2012

Bij deze vragenlijsten zijn er geen goede of foute antwoorden. Probeer altijd te antwoorden vanuit jezelf. Begin met het plakken van je sticker in de rechterbovenhoek.

1. Zet telkens een kruisje in het hokje dat jij het beste vindt passen. Je mag steeds maar 1 hokje aankruisen.

Ruimte voor sticker

	Te makkelijk	Makkelijk	Niet makkelijk/ niet moeilijk	Moeilijk	Te moeilijk
Het derde deel van de energie-activiteit vind ik					
	Klopt helemaal niet	Klopt niet	Klopt een beetje	Klopt wel	Klopt helemaal wel
Ik kon goed deelnemen aan het derde deel van de energie-activiteit					
Ik kon alle onderdelen helemaal volgen tijdens het derde deel					
Ik voelde me betrokken bij de energie-activiteit tijdens het derde deel					
Ik heb zin om de volgende keer verder te gaan met de energie-activiteit					

Heb je nog opmerkingen? Dan kun je die hier kwijt:

Heb je een sticker geplakt op deze pagina? Dan ben je klaar!

Energie-activiteit
Vragenlijst na deel 4
Augustus 2012

Bij deze vragenlijsten zijn er geen goede of foute antwoorden. Probeer altijd te antwoorden vanuit jezelf. Begin met het plakken van je sticker in de rechterbovenhoek.

1. Zet telkens een kruisje in het hokje dat jij het beste vindt passen. Je mag steeds maar 1 hokje aankruisen.

Ruimte voor sticker

	Klopt helemaal niet	Klopt niet	Klopt een beetje	Klopt wel	Klopt helema al wel
Ik kon goed deelnemen aan het vierde deel van de energie-activiteit					
Ik kon alle onderdelen helemaal volgen tijdens het vierde deel					
Ik voelde me betrokken bij de energie-activiteit tijdens het vierde deel					
Ik heb zin om een andere keer weer mee te doen met een vergelijkbare activiteit binnen school					
Ik ben geïnteresseerd in het onderwerp energie					
Ik weet veel over het onderwerp energie					
Ik weet wat het energieprobleem inhoudt					
Ik weet welke rol het energieprobleem in de wereld speelt					

	Klopt helemaal niet	Klopt niet	Klopt een beetje	Klopt wel	Klopt helema al wel
Ik ken veel verschillende energiebronnen en weet hoe ze werken					
Ik heb een mening over welke energiebronnen gebruikt moeten worden					
Ik zou deel willen nemen aan gesprekken over energie of andere technische onderwerpen buiten school					
Ik neem deel aan gesprekken over energie of andere technische onderwerpen buiten school					

2. Woordspin

We zijn benieuwd of je nu meer weet over energie. Vul met een andere kleur (of potlood) de woordspin aan die je hebt gemaakt tijdens het eerste deel van de activiteit.

3. Waardering

	Te makkelijk	Makkelijk	Niet makkelijk/ niet moeilijk	Moeilijk	Te moeilijk
Het vierde deel van de energie-activiteit vind ik					

Welke rapportcijfer zou je de lessen over energie geven? (1 – 10) Vul het cijfer in in het vakje.

	Helemaal niet leuk	Niet zo leuk	Een beetje leuk	Leuk	Heel erg leuk
Ik vond de hele energieactiviteit					

Heb je nog opmerkingen? Dan kun je die hier kwijt:

Heb je een sticker geplakt op de eerste pagina? Dan ben je klaar!

Energie-activiteit
Interviewschema
Augustus 2012

Interview zo open mogelijk houden:

1. Wat vonden jullie ervan?
2. Wat vinden jullie van het onderwerp energie?
3. Waarom vinden jullie het belangrijk dat het onderwerp energie aan bod komt?
4. Vinden jullie energie een onderwerp dat dicht bij jullie staat of meer ver van jullie af?
5. Hoe hebben jullie een mening gevormd over het gebruik van energie?
6. Hoe hebben jullie een mening gevormd over verschillende energiebronnen?
7. Hoe hebben de lessen bijgedragen aan het vormen van jullie mening?
8. Wat vonden jullie van de meningen die anders waren dan die van jezelf?
9. Waardoor hebben jullie opnieuw nagedacht over je eigen mening?
10. Wat hebben jullie geleerd van het voeren van de groepsdiscussie?
11. Wat vinden jullie van de rol die jullie kregen tijdens de activiteit?
12. Hoe zou je buiten school een bijdrage zouden kunnen leveren aan een discussie over energie of een ander onderwerp?
13. Wat voor tips zou je andere kinderen willen geven over het omgaan met energie?
14. Wat zou je nodig hebben om in de toekomst zelf een bijdrage te kunnen leveren aan het oplossen van het energieprobleem?

Bedankt voor jullie deelname

D Verslagen expert review

Uitwerking Expert Review

Bart Coppes

(Projectmanager Techniekpromotie bij kinderen, Onderwijsadviseur op het gebied van techniekeducatie in het basisonderwijs en voortgezet onderwijs, Adviseur ontwikkeling en implementatie Virtual Action Learning, Ontwikkelaar Professionaliseringstrajecten op het gebied van Cultuur, Wetenschap en Techniek in het basisonderwijs. Fontys Hogeschool Kind en Educatie)

11 juni 2012

Advies gegeven over inrichting van de activiteit

Stap 1 Triggerfase

De kinderen moeten zich eerst bewust worden van het probleem. Daarom beginnen met een triggerfase.

Onderwerp laten aansluiten bij doelgroep. De moeten ervaren en voelen wat het probleem of de situatie is. Daarvoor geen energie = geen stroom = geen Nintendo DS/TV = ander leven. Vertalen van volwassenenprobleem naar probleem in hun wereld. Wat verandert er dan allemaal in hun leven? Dit kan gedaan worden door het spelen van een game, waarbij de stroom uitvalt op het hoogtepunt. Zo krijg je bewustwording.

Stap 2 Informatiefase

Zoeken naar oplossingen. Niet over elektriciteit hebben, maar over het opwekken van energie. Het energieprobleem zit in het opwekken, niet in de doorstroom of vorm. In deze informatie in groepjes gaan worden rondom een aantal vaste kenmerken. De energiebronnen kun je verdelen onder groepjes. Ga het hebben over voordelen en nadelen. Wat betekent de energiebron voor de omgeving? Er kan gewerkt worden met rekenmodellen om omvang te bepalen. Denk aan oppervlakte van zonnecellen en aantal windmolens. Daarna presenteert een van de leerlingen per groepje de resultaten. Dit gebeurt in een plenaire bijeenkomst waarbij de cijfers op een rijtje worden gezet en dit terug brengt in 1 overzicht

Stap 3 conclusie

We hebben voor nu nog voldoende, maar hebben in de toekomst te weinig productie aan energie. Hoe kan dit opgelost worden?

Stap 4 Nieuwe energiebron

Daarna komen met een nieuwe energiebron. Dit zou in de vorm van een animatie of kort filmpje kunnen. Fusion 2100 is een te lange film hiervoor. Antwoord geven op: Wat is fusie-energie? Wat zijn voordelen? Wat zijn nadelen? En wat voor een oplossing zou dit kunnen geven? Ook de diverse standpunten van mensen, zowel voor- als tegenstanders aan bod laten komen.

Stap 5 Forumdiscussie

Dit zou je kunnen vormgeven als forumdiscussie met 1 persoon voor en 1 persoon tegen. Aan de hand van een aantal stellingen gaan ze discussiëren. De twee leerlingen krijgen elk een paar minuten per stelling om aan te geven waarom ze voor- of tegen zijn, waarna alle overigen gaan kiezen voor voor of tegen. De meerderheid wordt dan bekend gemaakt. Laat de leerlingen fysiek stelling innemen, hierdoor moeten ze zelf gaan nadenken. Dan kun je ook kijken naar welke informatie nog ontbreekt en zou je een kennisexpert kunnen inbrengen om hierin te voorzien. Hieraan kunnen dan ook verdiepende vragen worden gesteld. Belangrijk is dat de leerlingen op basis van argumenten stelling moeten gaan nemen. De voorbereiding van deze forumdiscussie zou in kleine groepjes kunnen gebeuren. Voor deze doelgroep is het te moeilijk om individueel de discussie voor te bereiden.

Algemeen

De kennis moet ondersteunend zijn aan de les en niet leidend. Als doelstellingen heb je dan dat de leerlingen weten wat het energieprobleem is, begrip daarvoor hebben en snappen dat fusie-energie daar eventueel een mogelijk oplossing voor is. De leerkracht en de expert moeten dan een stimulerende en inhoudelijke rol aannemen. Maar het gaat niet om kennisoverdracht, maar vooral het leren een mening te vormen rondom een probleem dat ze zelf ervaren hebben. Zonder probleem herkenning en erkenning krijg je geen betrokkenheid. En betrokkenheid zorgt ervoor dat kinderen actief bij de les betrokken worden en actief blijven.

De review heeft plaatsgevonden door het plaatsen van opmerkingen bij verschillende elementen uit de docentenhandleiding.

- De les start nu met een theoretisch verhaal. Waarom niet eerst de leerlingen voor je winnen met een pakkende introductie. Zie lesopbouw van de Vaan en Marell (2006). Het 5-stappenplan daarvan. Op De Kempel werken we met een 4-slag die daarop lijkt.
- Energie is een abstract en ongrijpbaar begrip. Mogelijk is extra theorie voor de docent handig. Een mogelijk idee is om voorkennis te activeren via energie uit voedsel.
- Maak voor de docent uiteindelijk inzichtelijk welke kerndoelen afgedekt worden, zowel voor natuuronderwijs als andere vakken zoals rekenen.
- Voor docenten de stimulerende vragen die opgenomen zijn in de docenteninstructie duidelijker en eerder naar voren laten komen zodat ze die daadwerkelijk gebruiken. In plaats van de docent een afsluiting van een deel te laten verzorgen zou je dit ook kunnen doen door het aan de leerlingen te vragen.
- In het tweede deel eerst de leerlingen prikkelen met introductie en hen zelf energiebronnen te laten noemen.
- Geef de leerlingen een taakverdeling mee als ze in teams gaan werken. Voor zowel de docenten als de leerlingen een lijst met websites (informatiebronnen) aanleveren.
- Aan docenten informatie over fusie-energie aanbieden op docentniveau met atoommodel.
- Docenten en leerlingen informatie aanbieden over wat goede onderzoeksvragen zijn. Eerst laten oefenen met een simpel onderwerp.
- Leerlingen begeleiden in het meningsvormingstraject door het geven van een voorbeeld. Ook hierbij een aantal mogelijke bronnen aanbieden.
- Bij de overgang naar discussievorm: koppeling maken met Tweede Kamer, sociale vaardigheden en alternatieve werkvormen.
- Op het einde in de activiteit een terugkoppeling verwerken die antwoord geeft op de vragen; Wat heb je van het project geleerd? Wat neem je mee?

“ Ik heb de module vooral beoordeeld vanuit mijn achtergrond als leraar in het primair onderwijs en mijn kennis van pedagogiek en didactiek. Ik heb in recent onderzoek twaalf ontwerpprincipes vastgesteld waarmee w&t-activiteiten (door)ontwikkeld kunnen worden. Ik raad aan om deze ontwerpprincipes ook te gebruiken bij deze module rondom fusie-energie. “

- De verspreiding van de verschillende onderdelen in de tijd dient nog toegevoegd te worden in de docenteninstructie (dus de tijdsperiode voor de verschillende onderdelen gezamenlijk).
- In het eerste deel ontbreekt een aandachtstrekker. Dit zou in de vorm van een grapje of proefje toegevoegd kunnen worden. Hierdoor wordt de nieuwsgierigheid bij de kinderen geprikkeld.
- Niet alle docenten kennen het fenomeen mindmap. Geef daar uitleg over en vermeldt in hoeverre de docent de leerlingen dient te ondersteunen bij het uitbreiden van de mindmap.
- Het gesprek over de gevolgen voor de eigen leefwereld zou naar voren gehaald kunnen worden zodat meteen de voorkennis geactiveerd wordt.
- Als je bij de grafiek in het werkboek wilt dat de leerlingen de toename zien, dan zou je daarover een vraag moeten stellen als: Wat zie je aan deze grafiek? In een korte tekst zouden leerlingen dan aanwijzingen moeten kunnen vinden om meer te weten te komen over de grafiek (nieuwe informatie steeds beginnen met een nieuwe alinea).
- De informatie over Joules is best ingewikkeld, hiervoor zou een apart kopje met “voor wie echt wil weten hoe het zit” gemaakt kunnen worden.
- Ik zou de doelen in de handleiding stellen in termen van wat je wilt bereiken. Bijvoorbeeld bij het inventariseren wat er bekend is van energie: de leerlingen activeren hun voorkennis door te benoemen wat zij weten van energie en leveren daarmee input voor een gezamenlijke mindmap (of iets dergelijks). Of: leerlingen weten na afloop van de instructie/ het gesprek/ etc. dat..., leerlingen kunnen... , enz.
- Mogelijk kun je het aantal kolommen via het aanpassen van de doelen verkleinen. Ik vraag me bijvoorbeeld af of de kolom ‘leerstof’ in dat geval veel toevoegt.
- Bij de terugblik aan het eind van deel 1 in de docenteninstructie staat dat leerlingen luisteren. Ik zou leerlingen zelf laten vertellen wat ze tot nu toe geleerd hebben. Zo weet de docent meteen of de doelen die bij dit deel gesteld worden, daadwerkelijk zijn bereikt.
- Datzelfde geldt voor de start van deel 2 waarbij de docent vertelt wat er de vorige les gebeurd is. Laat zoveel mogelijk vanuit de leerlingen komen, zodat hun voorkennis geactiveerd wordt en de docent inzicht heeft in wat de leerlingen al zelf weten.
- Als bij deel 2 de leerlingen worden verdeeld in groepjes: zijn er dan ook afspraken over wat er van ze verwacht wordt tijdens het werken? Mogen ze ieder een eigen vraag beantwoorden of moeten alle leden van het groepje de antwoorden op de vragen in hun eigen werkboek schrijven? Zijn er bepaalde rollen zoals voorzitter, notulist, tijdbewaker enz.? Probeer te voorkomen dat de docent/begeleider te veel vragen krijgt over wat er wel en niet mag.
- Bij de gestelde vraag: ‘Hoe werkt de energiebron?’ is een andere mogelijkheid (of toevoeging) bijv. ‘Hoe levert deze bron energie?’
- Ook hier weer leerlingen zelf actief laten zijn en zelf conclusies laten trekken over de totaalposter. De docent kan daarbij wel richting geven met bepaalde vragen. Die zou ik dan ook in de docenteninstructie vermelden.

- De docent treedt op als coach. Ik vraag me af wat er precies bedoeld wordt met 'coach' en vraag me af of docenten daar eenzelfde beeld bij hebben (handig om toe te lichten).
- Het schema van deel 3 kan overzichtelijker. Sommige kopjes zijn verwarrend. Bijvoorbeeld bij Evalueren en Stimuleren: is dat een klassikaal gesprek of in groepjes? Is dat een soort tussentijdse feedback? Zelfstandig groepswork en groepsgebesprek lijkt nu wel veel op elkaar. Misschien meer onderscheiden: 'zelfstandig werken in groepjes' en 'klassikale gezamenlijke bespreking'?
- Mogelijk wordt het verder overzichtelijker als je in twee kolommen alleen onderscheid maakt tussen de activiteiten van de leerlingen en de activiteiten van de docent .
- Ik zou bijv. op de pabo eens wat handleidingen bekijken voor lezen, rekenen etc. op de basisschool. Zo kun je aansluiten bij wat docenten gewend zijn qua info als voorbereiding op een les.
- Soms wordt in de docenteninstructie bij bijzonderheden beschreven wat de docent vertelt. Soms staat het als hele regel in de tabel. Handig om daar 1 lijn in te trekken.
- Het stukje wat de docent bij deel 3 moet vertellen is wat ingewikkeld: 'naast dat jullie op zoek moeten.... Enz. moeten jullie je ook een mening vormen over...' Ik zou er losse zinnen van maken.
- Waarom moet de docent vertellen dat leerlingen ook op zoek moeten naar de manier waarop fusie-energie verwerkt wordt enz.? Want leerlingen moeten toch zelf onderzoeksvragen maken?
- Ik zou de uitleg starten met wat de leerlingen deze les moeten doen. En daarna pas dat de leerlingen al deze info nodig hebben in de volgende les.
- Ik zou de opdracht ook schriftelijk vermelden voor de leerlingen en zou de opdracht meer structureren: met langere lijntjes voor de onderzoeksvragen in het werkboek, bijv. met cijfers aantonen waar een nieuwe vraag geschreven kan worden, en bijv. 'beantwoord hier onderzoeksvraag 1' etc.
- Ik vermoed dat er niet genoeg tijd is om de leerlingen zowel goede onderzoeksvragen te laten bedenken als zich een mening te laten vormen over fusie-energie. Je kunt ook een aantal onderzoeksvragen in het werkboek weergeven die je de leerlingen in ieder geval wilt laten beantwoorden (met evt. daarna de mogelijkheid om zelf onderzoeksvragen te bedenken).
- Bij de tekst van hfd 3 in het werkboek zou ik meer plaatjes toevoegen. Misschien is het mogelijk om beeldmateriaal en filmpjes daarvan te vertonen op het digibord? Ik vermoed dat het met beeld erbij duidelijker wordt voor de leerlingen.
- In de docenteninstructie staan stimulerende vragen vermeld: wat zijn argumenten voor, tegen. Ik zou dit soort vragen ook in het werkboek vermelden, zodat er meer structuur is voor de leerlingen wat ze moeten doen. Ik zou ook hier iets vermelden over het werken in groepjes en wat er van de leerlingen verwacht wordt (proces en product).
- Is er 1 groepsdiscussie of discussiëren de leerlingen apart in hun discussiegroepen? Ik neem aan het laatste (omdat er verschillende discussiegroepen genoemd worden) en vraag me af of docenten ervaring hebben met het begeleiden van verschillende discussiegroepen tegelijkertijd. Handig om informatie toe te voegen over de wijze van docentbegeleiding. Bovendien zou ik er rekening mee houden dat discussiëren niet gemakkelijk is voor leerlingen, vooral als zij er geen ervaring mee hebben.
- Om problemen te voorkomen bij leerlingen die nog nooit een groepsdiscussie gevoerd hebben, zou ik bij zo'n nieuwe activiteit misschien niet elk groepje apart laten discussiëren, maar bijv. met een binnenkring en buitenkring werken. In de binnenkring zitten de leden van een discussiegroep. Zij discussiëren een paar minuten zonder dat de leerlingen uit de buitenkring of de docent zich er mee bemoeien. Vervolgens wordt geëvalueerd en vertellen leerlingen uit de buitenkring wat ze goed vonden gaan en wat er nog beter kan wat betreft de groepsdiscussie en wordt dat vergeleken met de ervaringen van de leerlingen die gediscussieerd hebben.

- Bij het evalueren staat er in de docenteninstructie bij leerstof de vraag: 'hoe voer je een goede groepsdiscussie'. Als werkvorm staat er een rondvraag langs alle leerlingen: 'Wat vond je van het discussie voeren?' Ik vermoed dat deze vraag al snel beantwoord wordt met 'leuk' of 'niet leuk'. Ik zou het ze dus letterlijk vragen hoe een goede groepsdiscussie gehouden wordt en waar je allemaal op moet letten.
- Ik krijg het idee dat de eerste 3 delen van deze activiteit vooral gaan over het meer leren over energieverbruik, energiebronnen en fusie-energie en dat het laatste deel vooral gaat over het leren discussiëren. Want daar evalueer je op (en bijv. niet op de argumenten voor en tegen fusie-energie).
- Waar zijn de vragen in hfd 4 van het werkboek voor bedoeld? Is dat een evaluatie voor sCoolscience? In dat geval zou ik ze bijv. op een vijfpuntsschaal stellen evt. gecombineerd met open vragen die niet met ja/nee te beantwoorden zijn. Als het een evaluatie voor de leerlingen is, zou ik deze vragen weglaten en het bij een mondelinge evaluatie houden. Of bijv. de leerlingen regels en aandachtspunten laten bedenken die de docent op een groot vel schrijft zodat daar naar terug verwezen kan worden bij een volgende groepsdiscussie.

E Resultaten vragenlijsten

Pre-test

	Klopt helemaal niet	Klopt niet	Klopt een beetje	Klopt wel	Klopt helemaal wel
Aantal respondenten	A: 21, B: 26, T: 47				
Ik ben geïnteresseerd in het onderwerp energie	A: 1 B: 2 T: 3	A: 3 B: 1 T: 4	A: 10 B: 10 T: 20	A: 6 B: 10 T: 16	A: 1 B: 3 T: 4
Ik weet al veel over het onderwerp energie	A: 5 B: 1 T: 6	A: 6 B: 8 T: 14	A: 7 B: 11 T: 18	A: 2 B: 6 T: 8	A: 1 B: 0 T: 1
Ik weet wat het energieprobleem inhoudt	A: 4 B: 8 T: 12	A: 7 B: 7 T: 14	A: 9 B: 6 T: 15	A: 1 B: 4 T: 5	A: 0 B: 1 T: 1
Ik weet welke rol het energieprobleem in de wereld speelt	A: 6 B: 3 T: 9	A: 4 B: 10 T: 14	A: 8 B: 10 T: 18	A: 2 B: 2 T: 4	A: 1 B: 1 T: 2
Ik ken veel verschillende energiebronnen en weet hoe ze werken	A: 8 B: 5 T: 13	A: 2 B: 6 T: 8	A: 6 B: 12 T: 18	A: 5 B: 1 T: 6	A: 0 B: 2 T: 2
Ik heb een mening over welke energiebronnen gebruikt moeten worden	A: 8 B: 5 T: 13	A: 7 B: 8 T: 15	A: 2 B: 8 T: 10	A: 4 B: 5 T: 9	A: 0 B: 0 T: 0
Ik zou deel willen nemen aan gesprekken over energie of andere technische onderwerpen buiten school	A: 2 B: 9 T: 11	A: 9 B: 6 T: 15	A: 8 B: 9 T: 17	A: 2 B: 0 T: 2	A: 0 B: 2 T: 2
Ik neem deel aan gesprekken over energie of andere technische onderwerpen buiten school	A: 8 B: 13 T: 21	A: 8 B: 10 T: 18	A: 5 B: 1 T: 6	A: 0 B: 0 T: 0	A: 0 B: 2 T: 2

Na deel 1

	Klopt helema al niet	Klopt niet	Klopt een beetje	Klopt wel	Klopt helemaal wel
Ik kon goed deelnemen aan het eerste deel van de energie-activiteit	A: 1 B: 0 T: 1	A: 2 B: 5 T: 7	A: 6 B: 5 T: 11	A: 12 B: 5 T: 17	A: 0 B: 11 T: 11
Ik kon alle onderdelen helemaal volgen tijdens het eerste deel	A: 1 B: 0 T: 1	A: 0 B: 1 T: 1	A: 9 B: 9 T: 18	A: 8 B: 8 T: 16	A: 3 B: 8 T: 11
Ik voelde me betrokken bij de energie-activiteit tijdens het eerste deel	A: 0 B: 3 T: 3	A: 5 B: 4 T: 9	A: 10 B: 4 T: 14	A: 4 B: 7 T: 11	A: 2 B: 8 T: 10
Ik heb zin om de volgende keer verder te gaan met de energie-activiteit	A: 0 B: 3 T: 3	A: 2 B: 2 T: 4	A: 11 B: 8 T: 19	A: 8 B: 7 T: 15	A: 0 B: 6 T: 6

	Te makkelijk	Makkelijk	Niet makkelijk/ niet moeilijk	Moeilijk	Te moeilijk
Het eerste deel van de energie-activiteit vind ik	A: 3 B: 1 T: 4	A: 7 B: 10 T: 17	A: 11 B: 14 T: 25	A: 0 B: 1 T: 1	A: 0 B: 0 T: 0

Na deel 2

	Te makkelijk	Makkelijk	Niet makkelijk/ niet moeilijk	Moeilijk	Te moeilijk
Aantal respondenten	A: 21, B: 27, T: 48				
Het tweede deel van de energie-activiteit vind ik	A: 2 B: 2 T: 4	A: 1 B: 6 T: 7	A: 15 B: 18 T: 33	A: 3 B: 1 T: 4	A: 0 B: 0 T: 0
	Klopt helemaal niet	Klopt niet	Klopt een beetje	Klopt wel	Klopt helemaal wel
Ik kon goed deelnemen aan het tweede deel van de energie-activiteit	A: 1 B: 0 T: 1	A: 1 B: 1 T: 2	A: 4 B: 10 T: 14	A: 10 B: 14 T: 24	A: 5 B: 2 T: 7
Ik kon alle onderdelen helemaal volgen tijdens het tweede deel	A: 0 B: 1 T: 1	A: 1 B: 5 T: 6	A: 8 B: 10 T: 18	A: 7 B: 9 T: 16	A: 5 B: 2 T: 7
Ik voelde me betrokken bij de energie-activiteit tijdens het tweede deel	A: 2 B: 3 T: 5	A: 2 B: 5 T: 7	A: 5 B: 7 T: 12	A: 6 B: 9 T: 15	A: 6 B: 3 T: 9
Ik heb zin om de volgende keer verder te gaan met de energie-activiteit	A: 0 B: 2 T: 2	A: 2 B: 1 T: 3	A: 6 B: 10 T: 16	A: 11 B: 6 T: 17	A: 2 B: 8 T: 10

Na deel 3

	Te makkelijk	Makkelijk	Niet makkelijk/ niet moeilijk	Moeilijk	Te moeilijk
Aantal respondenten	A: 21, B: 27, T: 48				
Het derde deel van de energie-activiteit vind ik	A: 0 B: 0 T: 0	A: 2 B: 3 T: 5	A: 11 B: 11 T: 22	A: 7 B: 8 T: 15	A: 1 B: 5 T: 6
	Klopt helemaal niet	Klopt niet	Klopt een beetje	Klopt wel	Klopt helemaal wel
Ik kon goed deelnemen aan het derde deel van de energie-activiteit	A: 0 B: 4 T: 4	A: 0 B: 3 T: 3	A: 7 B: 13 T: 20	A: 10 B: 4 T: 14	A: 4 B: 3 T: 7
Ik kon alle onderdelen helemaal volgen tijdens het derde deel	A: 1 B: 6 T: 7	A: 2 B: 3 T: 5	A: 9 B: 11 T: 20	A: 5 B: 7 T: 12	A: 4 B: 0 T: 4
Ik voelde me betrokken bij de energie-activiteit tijdens het derde deel	A: 3 B: 5 T: 8	A: 2 B: 6 T: 8	A: 7 B: 7 T: 14	A: 6 B: 7 T: 13	A: 3 B: 2 T: 5
Ik heb zin om de volgende keer verder te gaan met de energie-activiteit	A: 0 B: 6 T: 6	A: 1 B: 3 T: 4	A: 6 B: 7 T: 13	A: 11 B: 5 T: 16	A: 3 B: 6 T: 9

Na deel 4 (post-test)

	Te makkelijk	Makkelijk	Niet makkelijk/ niet moeilijk	Moeilijk	Te moeilijk
Aantal respondenten	A: 20, B: 25, T: 45				
Het vierde deel van de energie-activiteit vind ik	A: 2 B: 1 T: 3	A: 6 B: 3 T: 9	A: 11 B: 19 T: 30	A: 1 B: 2 T: 3	A: 0 B: 0 T: 0
	Klopt helemaal niet	Klopt niet	Klopt een beetje	Klopt wel	Klopt helemaal wel
Ik kon goed deelnemen aan het vierde deel van de energie-activiteit	A: 0 B: 0 T: 0	A: 3 B: 1 T: 4	A: 1 B: 7 T: 8	A: 7 B: 10 T: 17	A: 9 B: 7 T: 16
Ik kon alle onderdelen helemaal volgen tijdens het vierde deel	A: 0 B: 1 T: 1	A: 0 B: 2 T: 2	A: 6 B: 11 T: 17	A: 3 B: 6 T: 9	A: 11 B: 5 T: 16
Ik voelde me betrokken bij de energie-activiteit tijdens het vierde deel	A: 1 B: 0 T: 1	A: 2 B: 2 T: 4	A: 1 B: 8 T: 9	A: 8 B: 8 T: 16	A: 8 B: 7 T: 15
Ik heb zin om een andere keer weer mee te doen met een vergelijkbare activiteit binnen school	A: 1 B: 2 T: 3	A: 1 B: 2 T: 3	A: 4 B: 9 T: 13	A: 6 B: 5 T: 11	A: 8 B: 7 T: 15
Ik ben geïnteresseerd in het onderwerp energie	A: 0 B: 2 T: 2	A: 5 B: 2 T: 7	A: 4 B: 6 T: 10	A: 6 B: 8 T: 14	A: 5 B: 7 T: 12
Ik weet veel over het onderwerp energie	A: 0 B: 4 T: 4	A: 3 B: 6 T: 9	A: 8 B: 5 T: 13	A: 6 B: 8 T: 14	A: 3 B: 2 T: 5

Ik weet wat het energieprobleem inhoudt	A: 0 B: 4 T: 4	A: 3 B: 2 T: 5	A: 8 B: 7 T: 15	A: 6 B: 9 T: 15	A:3 B: 3 T: 6
Ik weet welke rol het energieprobleem in de wereld speelt	A: 0 B: 3 T: 3	A: 3 B: 5 T: 8	A: 8 B: 8 T: 16	A: 5 B: 4 T: 9	A:4 B: 5 T: 9
Ik ken veel verschillende energiebronnen en weet hoe ze werken	A: 0 B: 1 T: 1	A: 2 B: 7 T: 9	A: 4 B: 7 T: 11	A: 9 B: 7 T: 16	A:5 B: 3 T: 8
Ik heb een mening over welke energiebronnen gebruikt moeten worden	A: 0 B: 3 T: 3	A: 3 B: 5 T: 8	A: 3 B: 3 T: 6	A: 6 B: 9 T: 15	A: 8 B: 5 T: 13
Ik zou deel willen nemen aan gesprekken over energie of andere technische onderwerpen buiten school	A: 2 B: 5 T: 7	A: 6 B: 11 T: 17	A: 5 B: 5 T: 10	A: 5 B: 0 T: 5	A: 2 B: 4 T: 6
Ik neem deel aan gesprekken over energie of andere technische onderwerpen buiten school	A: 8 B: 14 T: 22	A: 7 B: 5 T: 12	A: 3 B: 3 T: 6	A: 1 B: 0 T: 1	A: 1 B: 3 T: 4
	Helemaal niet leuk	Niet zo leuk	Een beetje leuk	Leuk	Heel erg leuk
Ik vond de hele energieactiviteit	A: 0 B: 2 T: 2	A: 2 B: 1 T: 3	A: 5 B: 5 T: 10	A: 8 B: 11 T: 19	A: 5 B: 6 T: 11

Gemiddelde rapportcijfer

A: 7,565

B: 7,110

T: 7,312

F Resultaten woordspinnen

Woordspinnen	Pretest			Posttest			Totaal
Klas	8A	8B	Totaal	8A	8B	Totaal	
Respondenten	22	26	48	22	26	48	48
Begrip	Aantal	Aantal	Aantal	Aantal	Aantal	Aantal	Aantal
Elektriciteit	11	15	26	1	2	3	29
Zon(neenergie)	6	9	15	6	7	13	28
Fusie(-energie)			0	12	15	27	27
Wind(energie)	5	7	12	6	9	15	27
Licht	10	11	21			0	21
Biomassa			0	6	14	20	20
Water(energie)	5	3	8	4	8	12	20
Stroom	10	8	18			0	18
Kernsplijting			0	6	11	17	17
Steenkool/Kolen	1		1	6	9	15	16
Gas	1	3	4	2	9	11	15
Hout			0	5	9	14	14
Windmolen	2	9	11		2	2	13
(Aard)olie		4	4	1	7	8	12
Zonnepanelen	3	7	10		2	2	12
Energiebron(nen)		1	1	4	4	8	9
Lamp(en)	5	4	9			0	9
Apparaten/ machines	1	5	6		1	1	7
Eten/Drinken	2	5	7			0	7
Laptop/Computer	1	6	7			0	7
Stoom	4	3	7			0	7
Mens(en)	4	3	7			0	7
Bewegen/beweging	5		5	1		1	6
Stopcontact	1	5	6			0	6
Batterij		5	5			0	5
Rennen	3	2	5			0	5
TV	2	3	5			0	5
Lichaam		4	4			0	4
Sport(en)	2	2	4			0	4
Deuterium			0		3	3	3
Kernenergie			0		3	3	3
Magneet		3	3			0	3
Onbekende/ nieuwe energiebronnen	2	1	3			0	3
Poep	3		3			0	3
Tritium			0		3	3	3
Vuur		3	3			0	3

Opwekken/ Energie maken	1	2	3			0	3
Auto	2		2			0	2
Begrip	Aantal	Aantal	Aantal	Aantal	Aantal	Aantal	Aantal
Automatisch	1	1	2			0	2
Belangrijk	1		1	1		1	2
Diesel	1	1	2			0	2
Electriciteits-/ Energiecentrale		1	1	1		1	2
Elektrische auto	2		2			0	2
Energie		1	1	1		1	2
Energieprobleem			0	1	1	2	2
Fietsen	2		2			0	2
Groen(e energie)	2		2			0	2
Internet	1		1	1		1	2
Koffie	2		2			0	2
Leven	2		2			0	2
Stekker	1	1	2			0	2
Stuwmeer/dam		2	2			0	2
Treinen	2		2			0	2
Warmte	1	1	2			0	2
Waterkrachtcentrale/ Watermolen	1	1	2			0	2
Bezuinigen/Zuinig	1	1	2			0	2
Accu		1	1			0	1
Atomen		1	1			0	1
Benzine	1		1			0	1
Bliksem	1		1			0	1
Bomen		1	1			0	1
Brandstof	1		1			0	1
Chemische middelen		1	1			0	1
Communiceren		1	1			0	1
Duur			0	1		1	1
Dynamo		1	1			0	1
Elektronen			0		1	1	1
Elektronica	1		1			0	1
Energie van dieren	1		1			0	1
Gasfornuis			0		1	1	1
Heelal		1	1			0	1
Helium			0		1	1	1
Ingewikkeld			0	1		1	1
Klok		1	1			0	1
Koelkast		1	1			0	1
Laat dingen werken	1		1			0	1
Meterkast		1	1			0	1
Molens		1	1			0	1

Neutron			0		1	1	1
Niet-milieuvriendelijk			0		1	1	1
Omzetten			0	1		1	1
Opa/Oma		1	1			0	1
Begrip	Aantal	Aantal	Aantal	Aantal	Aantal	Aantal	Aantal
Opladen		1	1			0	1
Opraken			0	1		1	1
Philips	1		1			0	1
Project			0	1		1	1
Projectors	1		1			0	1
Recycle	1		1			0	1
s nachts/overdag			0		1	1	1
Spier	1		1			0	1
Sportdrink		1	1			0	1
Sportiviteit		1	1			0	1
Springen	1		1			0	1
Techniek		1	1			0	1
Uithoudingsvermogen	1		1			0	1
Verspilling		1	1			0	1
Verwarming		1	1			0	1
Vliegtuig	1		1			0	1
Wasmachine		1	1			0	1
Water koken		1	1			0	1
Waterstroming		1	1			0	1
Wereld	1		1			0	1
Wetenschap		1	1			0	1
Yves			0		1	1	1
Zonder energie heb je weinig			0		1	1	1
Totaal			291			197	488

G Observatieverslagen lesmomenten pilot

Moment 1

Groep 8A

13:38 uur Aanvang moment 1

Overgeslagen welke onderdelen er aan bod komen gedurende de 4 lessen

13:39 uur Woordspin gemaakt

- Leerkracht vraagt aan leerlingen waar de begrippen geplaatst dienen te worden.
- "Poep" dat heb ik gezien bij de Ontdekfabriek
- Lastig voor de leerkracht om te bepalen wanneer er informatie aangevuld dient te worden en wanneer niet.
- Stimulerende vraag: "Wat kom je tegen als je opstaat wat met energie te maken heeft?" Vraag geparkeerd voor later.

13:48 uur Over naar hoofdstuk uit werkboek

- Leerkracht laat leerlingen voorlezen en helpt met moeilijke woorden
- Brug gemaakt vanuit "er komen steeds meer tv's" naar volgende onderdeel

13:55 uur Eigen belevingswereld

- "Denk nu maar aan de vraag van toestraks als je wakker wordt."
- Afrondende vraag (14:01u): "Wat nou als er geen energie meer zou zijn?"
"Verveling"

14:03 uur Afronding

- Wat heb je geleerd en wat zou je nog willen weten?
 - o Er zijn veel dingen met energie
 - o Of wij op zonne-energie kunnen leven?
 - o Energie doet bijna alles en de mensheid kan bijna niet zonder
 - o Je kunt niet leven zonder energie
 - o Hoe wordt energie gemaakt vanuit een draaiende windmolen?
 - o Waaruit bestaat energie?
 - o Waar komt energie vandaan?
 - o Wat is slechte energie?
 - o Mensen die zonnepanelen hebben, hebben gratis energie
 - o Ik heb een auto met zonnepanelen gezien

14:08 uur Einde

Moment 1
Groep 8B

13.36 uur Aanvang moment 1

13:38 uur Woordspin gemaakt

- Leerkracht grotendeels leidend in de plaatsing van de woorden, later ook de leerlingen gevraagd waar het hoorde
- Er ontstond discussie bij het antwoord "magneet". Hoorst dit er wel of niet bij?
- Wat is een atoom? Vraag terug naar leerling.
- Koeienpoep (red. biomassa), uitleg gevraagd aan leerling
- Aardappelbatterij "gezien bij Zack & Cody"
- Hele klas gaat "los" en associeert door.
- "Zwaartekracht" onder ruimte/magneet geschoven en daardoor niet opgeschreven
- Citroenbatterij -> Proefjes
- "Als je mijn broertje in het stopcontact steekt heb je energie voor de hele wereld"

13:53 uur Over naar hoofdstuk uit werkboek

- René leest de tekst voor
- Vraag helemaal zelf beantwoorden, niet met buurman of buurvrouw
- Toevoegen in werkboek "schrijf je antwoord in het vak hieronder"
- Wat valt op?
 - o 2002 als afwijkend jaartal
 - o Er wordt steeds meer verbruikt
 - o Elk jaar wordt er steeds meer energie verbruikt
 - (Wie heeft nog meer dit antwoord: >75% steekt vinger op)
 - o Het verschil tussen de staafjes wordt ook groter
- Samen het blad omdraaien
- René: Hoeveel nullen? Tel maar.
- Bruggetje: en waar gebruiken we die energie dan allemaal voor?

14:01 uur Eigen belevingswereld

- Apparaten als verzamelterm opgeschreven, waardoor de leerlingen geen apparaten meer gingen opnoemen
- Stimulerende vraag gebruikt: Wat heb je gedaan sinds je opstond?
- Wasmachine als antwoord wordt weggeveegd doordat het niet bij de ketel (red. boiler) hoort
- Stimulerende vraag gebruikt: stel de stroom valt uit, wat doet het dan allemaal niet meer?
- Antwoord "mobieltje" wordt aangedragen door René
- Afrondende vraag: "Wat zou je het meeste missen als je vanaf nu geen energie meer zou hebben?"
 - o Licht, Verwarming, Tv, Computer, Ipod, Internet, Nintendo DS, Mobiel, Eten en drinken, Elektriciteit

14:13 uur Afronding

- Het wordt druk in de klas
- Wat heb je geleerd, wat hebben we gezien?
 - o Dat zo veel met energie te maken heeft
 - o Wist niet dat er zo veel dingen werken op energie
 - o Ik stond er niet bij stil
 - o Ik zou willen weten of er nog meer zo iets is als zonlicht, water en wind
 - René: Hoe noem je die dingen?
 - Leerling: Energiebronnen

14:15 uur Einde

Moment 2
Groep 8A

13:16 uur Aanvang moment 2

- Woordspin van eerste keer nog even bekeken

13:19 uur Start filmpje

13:21 uur Vraag: "Weet iemand een voorbeeld van een energiebron?"

- als inleiding op informatie zoeken
- Docent: "Jullie krijgen steenkool." Leerling: "Yes!"
- Hapklare instructie voor de leerlingen op digibord
- Leerlingen zoeken redelijk zelfstandig naar informatie en worden ondersteund door docent en aanwezige student

14:30 uur Afronden zoeken naar informatie

- Compliment naar de leerlingen voor de posters en het werken aan de opdracht

14:50 uur Gezamenlijk bespreken van overzichtsposter

- Kost veel tijd en aandacht voor leerlingen lastig erbij te houden.
- Mogelijke oplossing: antwoord op Hoe levert het energie? Belangrijkste voordeel? Belangrijkste nadeel?
- Leerlingen weten heel goed uit te leggen hoe de energiebron werkt in eigen woorden met de passende vereenvoudigingen

15:10 uur Einde moment 2

Moment 2
Groep 8B

Vanwege tijdsgesprek moment 2 gesplitst over twee dagen.

Donderdag

14:30 uur Aanvang moment 2

14:32 uur Start filmpje

14:38 uur Start informatie zoeken

- Hapklare instructie voor de leerlingen op digibord
- Leerlingen zoeken redelijk zelfstandig naar informatie en worden ondersteund door docent en aanwezige student

15:15 uur Einde door einde schooldag

Vrijdag

11:30 uur Vervolg informatie zoeken

11:48 uur Afronding en start bespreking poster

- Eerst "Hoe krijg je energie uit de energiebron?"
 - o Soms mist de duidelijke koppeling tussen het verhaal van de leerling en over welke energiebron gesproken wordt

12:00 uur Einde moment 2

Moment 3
Groep 8A

13:20 uur Aanvang moment 3

- Wat hebben we de vorige keer gedaan?
 - o Energiebronnen worden allemaal opgenoemd: Wind, water, kernsplijting, zon, hout, olie, biomassa, steenkool, gas

13:22 uur Aankondiging groepsdiscussie , verdeling groepen en lezen algemene informatie in werkboek

13:28 uur Streep gezet in werkboek waarbij aan de ene kant de voordelen en aan de andere kant de nadelen kunnen worden geschreven

- Gezamenlijk film over fusie-energie gekeken (start 13:34 uur)
- Leerlingen zoeken informatie aan de hand van aanbevolen sites (start: 13:40 uur)
- Tussendoor evalueren over geslagen, dit gebeurde per groepje tijdens het zoekproces

14:25 uur Einde zoeken

- Rondvraag of het gelukt is
 - o "Veel dure woorden op de sites, maar wel uitgekomen."
 - o Verschil gemaakt tussen voor- en nadelen en argumenten in werkboek
 - o "Ik vind het moeilijk om te begrijpen."
 - o "Ik heb de vorige les gemist, dus ik heb het idee dat ik iets mis."

14:30 uur Einde moment 3

Moment 3
Groep 8B

13:33 uur Aanvang moment 3

- Vraag aan de klas "Wat is het energieprobleem?"

13:41 uur Aankondiging groepsdiscussie

- Algemene tekst over fusie-energie voorgelezen en door leerlingen in eigen woorden laten herhalen
 - o "Helium zit in de zon; gaat de zon dan ook omhoog?"
- Discussie opgehangen aan "Stel je voor je bent minister en je moet een beslissing maken."

13:53 uur Starten zoeken van informatie

14:45 uur Afronding zoeken en einde moment 3

De verslaglegging van moment 4 is te vinden als verslagen van de groepsdiscussies en de interviews.

H Verslagen groepsdiscussies

Discussiegroep 1 (Klas 8B)

Argumenten voor fusie-energie

- Mee eens, want fusie-energie is beter voor het milieu (vergelijking getrokken met hoeveelheid brandstof die andere bronnen verbruiken)
- Minder uitlaatgassen dan een stoomcentrale en andere bronnen die we nu gebruiken
- Fusie-energie kan genoeg leveren voor miljoenen jaren
- Radio-activiteit niet heel erg, want blijft kort en binnen gebouw, tenzij er iets mis gaat -> oplossing: laagjes gebouw er omheen zetten.
- Hoge kosten niet zo belangrijk, want het levert veel energie
- Hoe maak je het heel warm? Dat kan! -> Komen er dan geen gassen vrij?
- Ik ben voor, want we hebben gewoon energie nodig
 - o Kan ook met wind-energie -> nee, dat is onvoldoende

Argumenten tegen fusie-energie

- Kost veel geld / heel duur
- We weten niet precies hoe het in elkaar zit
- Er komt een beetje radioactiviteit vrij

Argumenten voor andere energiebronnen

- We moeten ook investeren in andere energiebronnen
- Zonne-energie is een goed initiatief -> tegen, want in Nederland schijnt de zon te weinig
- Wind kan toch altijd? -> Nee, alleen als er wind is.
- Zon en wind worden nu te weinig gebruikt, dat moet nog meer worden
- Kernsplijting kun je altijd gebruiken

Argumenten tegen andere energiebronnen

- Geen idee of alleen zonne-energie voldoende kan zijn
- Soms windstil, dan werkt windenergie niet -> wind –energie levert te weinig en is onzeker
- Als zonne-energie dan moet het in de woestijn en dan moeten de panelen verplaatst worden met waar de zon schijnt, oppervlakte van Spanje hebben we nodig aan zonnecellen

Andere argumenten

- Ik wil niet zelf 100 miljoen euro betalen, want dan moet ik heel lang sparen
- Je kunt ook steeds stapje-voor-stapje fusie-energie maken en zo ook beetje geld geven steeds
 - o Dit maakt niks uit, want uiteindelijk moet je toch alles betalen
 - o Stel er komt tussendoor iets anders, dan kunnen we nog switchen
 - o Hier wordt door iedereen mee ingestemd, maar voor een aantal mag het ook in 1 keer.
- Iedereen moet maar in zijn eigen energie voorzien
 - o Bijvoorbeeld door bij iedereen een eigen windmolen in de tuin
 - o Anderen vinden dat geen goed idee, maar wel elk land zou voor zichzelf moeten zorgen
 - o Nadeel: een land kan dat ook voor iets schadelijks kiezen

Aantal personen aan het woord geweest: alle 6 de leerlingen hebben op meerdere momenten deelgenomen aan de discussie

Discussiegroep 2 (Klas 8B)

Argumenten voor fusie-energie

- Er zijn geen argumenten voor fusie-energie genoemd door de leerlingen

Argumenten tegen fusie-energie

- Ik ben er tegen, want het is niet eenvoudig om met kernfusie energie op te wekken, dus zonnepanelen zijn beter
- Het is slecht voor het milieu
- Het kost veel geld

Argumenten voor andere energiebronnen

- Geld gebruiken om zonnepanelen te maken die ook werken als er geen zon is
- Zonne-energie is duurzaam
- Er zijn twee soorten zonnepanelen, een die elektriciteit opwekt en een die water verwarmt
- Zonne-energie wordt nu maar 1% gebruikt in Nederland, maar ik denk dat er in de toekomst meer gebruikt wordt
- In twee tot drie jaar moeten we tot 100% zonne-energie komen
 - o Ik denk vijf jaar, want mensen moeten overtuigd worden
- Het is misschien toch wel beter om zonne-energie en wind-energie te combineren

Argumenten tegen andere energiebronnen

- Zonnepanelen werken niet als het donker is
- Zonnepanelen zijn ook duur

Andere argumenten

- Ik zou het niet doen, het geld kun je beter ergens anders voor gebruiken, maar ik weet niet waarvoor
- Het maakt niet uit of iets duurzaam is, want dan ben ik al dood
 - o Mensen bedenken dan wel weer nieuwe dingen
- Winkels moeten ook meehelpen met energieprobleem
 - o Bijvoorbeeld als je 1000 euro pint dat je dan 900 krijgt en 100 voor zonne-energie is
 - Niet iedereen is het hiermee eens!
- Je kunt ook gebruik maken van zonne-panelen van anderen
- De prijs van zonne-panelen moeten door de winkels lager gemaakt worden, als de winkel iets minder verdient is niet erg, want het helpt de wereld
- Als zwervers geen huis hebben, dan betalen ze toch ook niet voor elektriciteit
- Het is moeilijk om iedereen te laten betalen
- Mensen willen wel goed doen voor het milieu en hebben het geld, maar toch doen ze het niet.
- Dus er moet ook geld zijn om mensen anders te laten denken over energie
 - o Hiermee heel veel reclame maken op radio en tv
- Dat het geld van de overheid komt is prima.
- Elk jaar 1 windmolen kopen en voor de rest zonne-panelen.
- Daken met zonnepanelen zijn lelijk, dus ze moeten allemaal op één plek komen.
- Je moet ook stopcontacten hebben met normale stroom, naast zonne-energie.

Conclusie: Fusie kost geld, maar de rest ook, dus eigenlijk weten we niet waar die 100 miljoen euro naar toe moet.

Aantal personen aan het woord geweest: 5 van de 6 leerlingen, 6^e leerling heeft slechts 1x een mening ingebracht.

Discussiegroep 3 (Klas 8B)

Argumenten voor fusie-energie

- Ik vind dat er een paar miljoen naar fusie moet, maar niet alles. Ook andere soorten energie.
- Ik denk dat het meeste aan fusie-energie besteed moet worden, maar het is pas heel laat dan klaar.
- Fusie is milieuvriendelijk
- Fusie-energie kan niet op
- Het gaat niet zo snel op
- Het gaat op, maar dat duurt nog heel lang
- Ik denk dat we wel meer moeten doen aan fusie-energie, anders is er te weinig om te ontwikkelen.
- Fusie-energie gaat minder snel op dan hout
- Fusie-energie gaat nog langer mee dan zonne-energie en wind, want dat gebruiken we al een aantal jaar.
- Er moet meer geld naar fusie, zodat de ontwikkeling gelijk komt.
- Als er meer dan 100 miljoen is, dan het extra geld helemaal naar fusie-energie.

Argumenten tegen fusie-energie

- Je weet niet zeker of het gaat lukken
- Fusie-energie raakt toch op een gegeven moment op
- Ik vind 100 miljoen euro te veel voor fusie-energie, ik wil wel 50 miljoen
- Het duurt nog 15 jaar voordat je fusie-energie hebt
- Totaal kost 4,7 miljard euro

Argumenten voor andere energiebronnen

- Zon blijft nog lang leven
- Ik vind dat ze met zon verder moeten gaan, maar er zijn al veel windmolens, dus dan fusie-energie wel een mogelijkheid.
- Als er een even groot deel van het geld naar hout gaat, dan wordt er te veel gekapt.

Argumenten tegen andere energiebronnen

- Zonnepanelen is moeilijk

Andere argumenten

- Geld spreiden over allerlei energie
- Geld verdelen aan alle soorten
- Ik denk dat je geld moet verdelen tussen dingen
- Als we meer geld geven aan een dan raakt die sneller op
 - o We kijken wel wat daarna gebeurt.
- Het geld dat je hebt moet je het dan maar mee doen.
- Met 1 miljoen euro heb je voldoende om fusie-energie te ontwikkelen

Conclusie: Er zijn twee kampen. Een kamp vindt een gelijke verdeling tussen alle bronnen de beste optie, het andere kamp wil een groter deel naar fusie-energie.

Aantal personen aan het woord geweest: alle 6 de leerlingen hebben op meerdere momenten deelgenomen aan de discussie

Discussiegroep 4 (Klas 8B)

Argumenten voor fusie-energie

- Fusie-energie is goed voor het milieu
- Wij hebben gevonden dat fusie-energie gelijk is aan 264 liter benzine, dus eigenlijk is het beter, want benzine is slecht
- Fusie-energie kan niet opraken
- Meer geld moet in fusie dan 100 miljoen euro
- Er komt niet veel afval vrij (radioactief)

Argumenten tegen fusie-energie

- Als het niet nodig is, dan moet je het ook weer opruimen en dat kost geld

Argumenten voor andere energiebronnen

- Ik denk dat er wel meer zonne-energie mag zijn
- Zonne-energie raakt in ons leven nooit op zo lang de mens bestaat
- Geld van windmolens krijg je terug als de wind komt
- Kunnen we geen vulkaan gebruiken?
- Ik denk dat we alleen moeten investeren in olie
 - o Maar olie raakt op
 - Dan pak je toch iets anders

Argumenten tegen andere energiebronnen

- Biomassa kan ontploffen
- Geen geld naar kernsplijting, want er komen gevaarlijke stoffen
- Zonne-energie werkt niet 's nachts
 - o Energie kun je wel opslaan
- Wind-energie is er niet altijd
 - o Nu is het windstil
 - Ja, want de ramen zijn dicht
 - o Denk je dat het makkelijk is om naar bergen te gaan om wind te halen?
- Windmolens in je tuin zijn on-mooi.

Andere argumenten

- We konden fusie-energie niet opzoeken
 - o Een kind legt uit wat fusie-energie is: "Er zijn deeltjes die samensmelten en dan komt er energie".
- Als de zon ontploft zijn wij er ook niet meer
- Alle elektriciteit is welkom
- Je kunt ook met een hele grote hamster energie maken
- Zet zonnepanelen op windmolens

Conclusie: We moeten geld steken in een aantal nieuwe vormen.

Aantal personen aan het woord geweest: alle 7 leerlingen hebben op diverse momenten deel genomen aan de discussie.

Discussiegroep 5 (Klas 8A)

Argumenten voor fusie-energie

- Ik vind dat het goed is, want het is veilig, schoon, altijd beschikbaar en voor iedereen
- 1 gram deuterium levert evenveel energie als 5 olievaten
- Wel doen, want als je ervoor betaalt krijg je veel meer terug
- Fusie-energie is relatief veilig
- Er komt geen co₂ of andere giftige stoffen vrij
- Geen radioactief afval
- De gebruikte stoffen is heel veel van
- Als gas en olie op is, dan is er nog genoeg fusie-energie
- Fusie-energie is goed voor het milieu, of in ieder geval beter dan andere bronnen

Argumenten tegen fusie-energie

- Ik vind beter niet, want we weten niet of het lukt
- Veel onderzoek moet er nog worden gedaan
- Duurt nog 15 jaar voordat we kunnen beginnen
- Per keer kost het 4,7 miljard

Argumenten voor andere energiebronnen

- Auto's op zoutwater
- Voor energie uit hout kun je stoelen, tafels en bomen gebruiken
- Beter investeren in lucht en water, want anders duurt het te lang

Argumenten tegen andere energiebronnen

- Hout is geen goed alternatief, want dan is er minder leefwereld voor dieren en minder lucht en zuurstof.
 - o Oplossen met zuurstofmaskers
- Zonnepanelen zijn ook duur, 760 euro per plaat op internet gevonden
- De helft van de dag is er maar zon, en in de winter nog minder

Andere argumenten

- We kunnen ook weer trapauto's gaan gebruiken zoals de Flintstones
 - o Of auto's op koffiebonen of frituurvet

Aantal personen aan het woord geweest: Alle 7 leerlingen waren erg actief betrokken.

Gedurende de discussie liep het van 6 voor-, 1 tegenstander via 2 voor, 4 tegenstanders en 1 twijfelaar naar uiteindelijk 2 voor en 5 tegenstanders.

Discussiegroep 6 (Klas 8A)

Argumenten voor fusie-energie

- Fusie-energie is er voor altijd en iedereen
- Fusie-energie is veilig
- Fusie-energie is schoon
- Samenwerking vergroot kennis en middelen
- Je hebt er niet veel van nodig, paar honderd kilo maar nodig per jaar aan deuterium en tritium
- Fusie-energie is belangrijk voor de wereld
- Met fusie-energie hebben we voor altijd energie
- Ik ben positiever over fusie-energie dan over zonne-energie
- Fusie-energie vervuult niet
- Fusie-energie is goede energie

Argumenten tegen fusie-energie

- Het is zeer complex, het is lastig te onderhouden, het is ingewikkeld
- Het is niet goedkoop
- Het is duur
- Veel onderzoek voordat het werkt
- Lastig om het heel erg warm te laten worden
- Het is geen slechte energie

Argumenten voor andere energiebronnen

- Belangrijk om ook in andere energiedingen te investeren
- We moeten ook zonne-energie gebruiken
- Zonne-energie is een goede energiebron
- Windenergie is een goede energiebron

Argumenten tegen andere energiebronnen

- Veel andere energie is slechte energie, want die zijn slecht voor het milieu
- Steenkool is slecht voor het milieu
- Olie is een slechte energiebron
- Zon is er niet altijd
- Wind is er niet altijd

Andere argumenten

- Pas investeren als crisis voorbij is
- Eerst een kleiner bedrag investeren in fusie-energie
- Wel minimaal zo veel in fusie-energie dat we het kunnen gebruiken
- Hoe meer stemmen, hoe meer meningen, hoe makkelijker je eruit komt. De hele wereld moet stemmen
- Ook kijken of er meer mensen en bedrijven willen investeren zodat we fusie-energie kunnen maken
- Mensen willen altijd hun tv en oven kunnen gebruiken

Aantal personen aan het woord geweest: 5 van de 8 personen hebben actief bijgedragen aan de discussie, 2 personen hebben slechts 1 maal hun mening gegeven en 1 persoon heeft totaal niets gezegd tijdens de discussie.

Discussiegroep 7 (Klas 8A)

Argumenten voor fusie-energie

- Investeren in fusie-energie kan wel, maar het is nu ook crisis
- Fusie-energie levert veel energie
- Fusie-energie werkt altijd
- Ik ben voor fusie-energie, want de rest raakt op
- Fusie-energie is veilig, schoon en raakt niet op
- Fusie-energie is niet schadelijk
- Fusie-energie is voor iedereen
- Je hebt veel minder fusie-energie gebouwen nodig om energie te maken dan windmolens
- Bij fusie-energie krijg je per euro meer energie dan bij wind

Argumenten tegen fusie-energie

- Fusie-energie is duur
- Fusie-energie is lastig te onderhouden
- Fusie-energie is zeer complex, je moet er veel voor doen, het is niet dat je het zomaar even hebt

Argumenten voor andere energiebronnen

- Investeren in fusie-energie, maar je moet ook nog over houden voor andere dingen
- Zonnepanelen, want die gaan nooit op
- Als je zonnepanelen hebt, dan hoeft je niet meer voor energie te betalen
- Ik zou investeren in windenergie, omdat er altijd wel ergens op de wereld wind is, bij de zee is bijna altijd wind

Argumenten tegen andere energiebronnen

- Zonne-energie werkt niet als het donker is
- Wind-energie wordt nu minder gebruikt
- Er is niet overal altijd even veel wind
- Je kunt ook energie opwekken door te gaan fietsen, dat werkt eigenlijk hetzelfde als windmolens
- Voor windmolens moet je ook betalen

Andere argumenten

- We kunnen het geld ook splitsen
- Zonder energie kan ik niet leven

Aantal personen aan het woord geweest: 5 van de 6 personen hebben continu deelgenomen aan de discussie, 1 persoon heeft slechts twee keer haar mening verkondigd, maar toen zij expliciet aan het woord kwam gaf ze wel nieuwe input en goede argumenten. De discussie liep nog door bij de leerlingen tijdens het interviewdeel en daarna.

I Verslagen groepsinterviews

Discussiegroep 1 (Klas 8B)

1. Wat vonden jullie ervan?
 - a. Leuk
2. Wat vinden jullie van het onderwerp energie?
 - a. Ik vind het interessant, want normaal praat ik er niet zo veel over
 - b. Ik zou het er vaker over willen hebben
 - c. Ik vond het interessant, maar wel moeilijk, veel nieuwe woorden
 - d. Ik weet nu een beetje wat fusie-energie is
 - e. Ik vond het leuk, interessant en je leerde veel dingen
 - f. Ik dacht dat zonne-energie veel gebruikt werd, maar dat is dus niet zo
3. Waarom vinden jullie het belangrijk dat het onderwerp energie aan bod komt?
 - a. Het is belangrijk dat je er iets over weet voor later
 - b. Je gebruikt het zelf ook wel, dus is het ook belangrijk om te weten wat je eigenlijk gebruikt
 - c. Ik zou de elektriciteit missen als die er niet meer was
 - d. Ik weet nog steeds niet echt welke apparaten nu energie gebruiken
4. Vinden jullie energie een onderwerp dat dicht bij jullie staat of meer ver van jullie af?
 - a. Het is meer voor andere mensen, want wij kunnen er weinig aan doen
 - b. Je gebruikt wel energie, dus het is ook voor ons, maar we hebben er niet heel veel mee te maken
 - c. Iedereen heeft er wel heel veel mee te maken, want we gebruiken heel veel energie overdag, behalve daklozen
 - d. Als er iets verandert in de energie, hebben wij daar dan ook iets over te zeggen?
 - i. Nee, toch?
 - ii. Natuurlijk wel!
 - e. Niet helemaal voor kinderen, maar je mag er wel iets van weten
5. Hoe hebben jullie een mening gevormd over het gebruik van energie?
 - a. Ik heb eerst gekeken hoe je het zou kunnen gebruiken
 - b. Wij waren gewoon fusie-energie aan het zoeken, maar vonden niet echt iets waarvan we dachten dat het iets zou opleveren, maar toen keken we een filmpje en toen legden ze het heel goed uit en daarna kwamen we op een site met de mening van een meneer en die legde ook uit hoe het gemaakt werd en toen snapte ik het
 - c. We zochten naar voordelen en nadelen die er waren en we hebben gekeken wat het zou opleveren en toen hadden we wel veel gevonden.
6. Wat vonden jullie van de meningen die anders waren dan die van jezelf?
 - a. Ik vond het wel leuk, want was niet overal zelf op gekomen.
 - b. Niet echt iets nieuws
 - c. Ik vond het fijn dat het anders uitgelegd werd en anderen hebben andere dingen bekeken die wij niet hadden gevonden.
7. Waarvoor hebben jullie opnieuw nagedacht over je eigen mening?
 - a. Er is weinig verandert in de eigen mening bij een aantal
 - b. Ik denk nu dat we in stapjes geld moeten geven in plaats van ineens
 - c. Ik denk nu dat we naast fusie-energie ook wind- en zonne-energie meer moeten gebruiken.
8. Wat vinden jullie van de rol die jullie kregen tijdens de activiteit?
 - a. Ik vond deze rol wel leuk.
 - b. Het was leuk en interessant om dingen zelf te weten te komen

9. Hoe zou je buiten school een bijdrage zouden kunnen leveren aan een discussie over energie of een ander onderwerp?
- a. Ik vond de discussie best wel leuk, dus zou het leuk vinden om dat nog wel een keer te doen binnen school.
 - b. Buiten school zou ik minder energie gebruiken.
 - c. Ik zou zelf niet echt buiten school deelnemen, maar ik vind wel belangrijk dat het gebeurd.
10. Wat zou je nodig hebben om in de toekomst zelf een bijdrage te kunnen leveren aan het oplossen van het energieprobleem?
- a. Wij krijgen over een paar dagen twaalf zonnepanelen thuis en dat helpt dus ook een beetje.
 - b. Ik zou wel willen helpen aan het energieprobleem, maar ik zou niet weten hoe
 - c. Wij als kinderen kunnen niets doen
 - i. Jawel, dat kan toch

Discussiegroep 2 (Klas 8B)

1. Wat vonden jullie ervan?
 - a. Ik vond het interessant, omdat ik dingen zag waarvan ik helemaal niet wist dat het bestond
 - b. Ik vond het best wel leuk en leerzaam
 - c. Soms was het wel moeilijk en dan geef je er geen aandacht meer aan. Moeilijk was het opzoeken op internet, daar kwamen allemaal rare dingen.
 - d. Sommige dingen die vonden waren wel makkelijk
 - e. Er was een Engelstalig filmpje dat vond ik te moeilijk. Het was wel ondertiteld.
2. Wat vinden jullie van het onderwerp energie?
 - a. Het was wel leuk en je kunt er allerlei nieuwe dingen over leren voor later
 - b. Later kun je er ook een discussie over houden
 - c. Eerst dacht ik van "O, energie, dat is allemaal over eten en zo", maar toen ik hoorde over zonnepanelen en steenkool en zo dat vond ik wel leuk. Leuker dan ik van te voren dacht. Veel leuker.
3. Waarom vinden jullie het belangrijk dat het onderwerp energie aan bod komt?
 - a. Ik vind het belangrijk dat kinderen ook komen te weten hoe alles zo werkt.
 - b. Het is belangrijk dat het niet gaat stoppen. (Energie opraakt.)
4. Vinden jullie energie een onderwerp dat dicht bij jullie staat of meer ver van jullie af?
 - a. Het is echt iets voor andere mensen
 - b. Ik vind het wel belangrijk dat je het nu leert voor later, dan weet je ook waar ze het over hebben
 - c. Ik vond het best wel een moeilijke opdracht, want ik wist er niet zo veel van, en toch vond ik het leuk en nu weet ik er best wel veel van.
5. Hoe hebben jullie een mening gevormd over het gebruik van energie?
 - a. Samen met mijn groep hebben we erover gesproken en zo heb ik mijn eigen mening bepaald.
 - b. Informatie zoeken op de tablet en toen zag ik dat het slecht voor het milieu is en ik vind het een beetje veel geld om erin te stoppen.
6. Wat vonden jullie van de meningen die anders waren dan die van jezelf?
 - a. Ik vond het moeilijk om mijn mening te delen aangezien ik het niet allemaal echt snapte, maar nu wel meer.
7. Waardoor hebben jullie opnieuw nagedacht over je eigen mening?
 - a. Eerst dacht ik dat we bij iedereen zonne-panelen op het dak moesten zetten, maar later dacht ik wel dat we ook windmolens erbij moesten zetten.
 - b. Samen hebben we nieuwe dingen bedacht.
8. Wat vinden jullie van de rol die jullie kregen tijdens de activiteit?
 - a. Het is wel handig dat je zelf dingen mocht opzoeken en dat we dat ook leren
 - b. Ik vond het moeilijk om zelf te moeten doen, maar ik vond het wel leuk.
9. Hoe zou je buiten school een bijdrage zouden kunnen leveren aan een discussie over energie of een ander onderwerp?
 - a. Zijn we daar niet te klein voor?
 - b. Ik denk niet dat ik daar genoeg voor weet.
 - c. Ik ben niet zo van "ik ga ergens heen en dan ga ik met andere mensen spreken over energie"
 - d. Als er hier allemaal steenkoolcentrales zouden worden gebouwd dan wel.
10. Wat voor tips zou je andere kinderen willen geven over het omgaan met energie?
 - a. Dat het belangrijk is dat je niet het milieu gaat vervuilen. Je moet oppassen.
 - b. Dat we minder het licht moeten laten branden.
 - c. Mijn broer zit vaak achter de tv of de xbox en dat kan minder.
11. Wat zou je nodig hebben om in de toekomst zelf een bijdrage te kunnen leveren aan het oplossen van het energieprobleem?
 - a. Doen jullie dit soort dingen ook met grote mensen? (Ja) Gelukkig.
 - b. Ik weet geen voordelen van fusie-energie, die zou ik wel willen weten.
 - c. Krijgen we dit nu vaker? (Nee) Ik zou het wel willen.

Discussiegroep 3 (Klas 8B)

1. Wat vonden jullie ervan?
 - a. Anders, want normaal alleen schrijven, nu ook erover spreken. Het spreken erover vind ik fijner en leuker.
 - b. Ik vond het leuk dat je eerst in je groepje zelf mocht opschrijven en nu weten de anderen er ook van.
 - c. Ik vond het wel leuk, maar ik zou het niet vaker doen. Ook niet binnen school.
 - d. Ik vind het wel leuk en je leert er ook veel van. Ik heb er meer van geleerd dan dat ik het alleen had opgeschreven.
 - e. Ik wist al heel veel, maar toch nog wel iets erbij geleerd.
2. Waarom vinden jullie het belangrijk dat het onderwerp energie aan bod komt?
 - a. Ik vind het wel erg belangrijk. Ik vind dat we veel tijd moeten besteden aan energie.
 - b. Mijn vader gaat meestal al laatste naar boven en als hij dan vergeet de tv van stand-by af te doen dan ga ik nog naar beneden om dat te doen. Energie raakt wel op.
 - c. Het is wel belangrijk.
3. Vinden jullie energie een onderwerp dat dicht bij jullie staat of meer ver van jullie af?
 - a. Ik vind het meer voor grote mensen, maar wij kunnen er wel iets aan doen. Maar grote mensen gebruiken meer apparatuur. Ik kan er wel zelf iets aan doen.
 - b. Ik vind dat we er ook wel iets zelf mee moeten doen.
 - c. Ik vind dat kinderen ook wel mee mogen denken met volwassenen, want als zij een keuze maken die eigenlijk niet goed is, dat kinderen die dan wel goed kunnen hebben.
4. Hoe hebben jullie een mening gevormd over het gebruik van energie?
 - a. Via wikipedia en tijdens de lessen
 - b. Ik heb naar verschillende dingen gezocht en dat hier verteld.
5. Waardoor hebben jullie opnieuw nagedacht over je eigen mening?
 - a. Mijn mening is niet veranderd.
 - b. Mijn mening is wel veranderd, omdat zij wel betere dingen had.
6. Wat vinden jullie van de rol die jullie kregen tijdens de activiteit?
 - a. Ik vond het wel moeilijk, want ik kan niet zo goed zoeken. Wel fijn dat ik het zelf mocht doen.
 - b. Ik vind het wel leuk, want ik lees ook vaak boeken en dan denk ik erover na.
 - c. Ik vind het wel leuk, niet heel makkelijk, maar wel leuk ook om erover te praten.
 - d. Ik vind het wel af en toe moeilijk, zelf zoeken met tablets was soms lastig.
 - e. Ik vond het fijn om het zelf op te zoeken, want dan hoefden ze niet te zeggen wat ik moest opzoeken, ik vond het fijner dat ik zelf kon zoeken. Het was minder fijn om het met drieën te doen, want er werd ook geschreeuwd.
7. Wat voor tips zou je andere kinderen willen geven over het omgaan met energie?
 - a. Zuinig zijn met energie
 - b. Dat we meer energie moeten opwekken die goed voor het klimaat is
 - c. Ze moeten meer te weten komen over energie in de toekomst, ze moeten meer uitvinden, bijvoorbeeld hoe je olie beter kan verwerken en bijvoorbeeld om meer olie te maken
8. Wat zou je nodig hebben om in de toekomst zelf een bijdrage te kunnen leveren aan het oplossen van het energieprobleem?
 - a. Zit er helium in fusie-energie? Als ik dat inadem krijg je dan zo'n lacherig stemmetje?
 - b. Wanneer fusie-energie ontstaan is en hoe het ontstaan is.
 - c. Zijn er nog meer nieuwe manieren naast fusie-energie om energie te maken.

Discussiegroep 4 (Klas 8B)

1. Wat vonden jullie ervan?
 - a. Ik vond het best wel leuk, maar weet niet waarom
 - i. Later toegevoegd: ik heb er vanalles van geleerd
 - b. Ik vond het wel leuk om in een groepje te werken en dingen op te zoeken.
 - c. Ik vond het interessant
 - d. Ik vond het niet zo leuk, ik snapte er niks van
2. Wat vinden jullie van het onderwerp energie?
 - a. Het is nodig om te weten voor de toekomst
 - b. Ik hoef het zelf niet meteen te weten, maar het is wel fijn om te weten welke problemen er zijn
 - c. Ik vond het wel leuk en interessant en ik heb er veel van geleerd.
 - d. Ik vind het wel erg als er geen energie meer is.
 - e. Ik wil wel weten hoe het komt dat energie op raakt.
3. Wat voor tips zou je andere kinderen willen geven over het omgaan met energie?
 - a. Ik wist er eerst niet zo veel van, maar zou er wel nu iets over kunnen vertellen

Opmerking: Interview (en deels ook de discussie) verliepen slecht door lage concentratie van de leerlingen. Het was de laatste groep van de ochtend en het liep qua tijd tegen de middagpauze aan.

Discussiegroep 5 (Klas 8A)

1. Wat vonden jullie ervan?
 - a. Ik vond het heel erg leuk, interessant en de discussie erg grappig.
 - b. Ik vond het met allerlei verschillende energiebronnen leuk
 - c. Ik hoop dat we dit meer gaan krijgen.
 - d. Ik vond het een beetje moeilijk, want soms begreep ik het echt niet. Ook het samenwerken verliep soms moeilijk.
2. Wat vinden jullie van het onderwerp energie?
 - a. Het onderwerp is heel interessant en je kunt er veel over vertellen
 - b. Ik vond het wel leuk en interessant, maar soms wel moeilijk om op te zoeken op internet.
 - c. Ik vond het leuk, en ik zat vaak bij slimme kinderen
 - d. De tweede les vond ik het leukste en deze les is ook heel leuk.
3. Waarom vinden jullie het belangrijk dat het onderwerp energie aan bod komt?
 - a. Ik vind dat volwassenen dit pas hoeven weten, of als je op jezelf woont.
 - b. Ik wil het wel weten en vind het heel belangrijk. Ik vind het niet erg als er geen licht meer zou zijn, maar wel bijvoorbeeld geen broodrooster.
4. Hoe hebben jullie een mening gevormd over verschillende energiebronnen?
 - a. We hebben heel veel dingen opgezocht, het is belangrijk, maar ook veel nadelen.
 - b. Eerst waren we heel serieus aan het werken en vonden we allemaal dingen die belangrijk waren.
5. Wat vonden jullie van de meningen die anders waren dan die van jezelf?
 - a. Ik vond het wel leuk, en grappig, maar ook nieuwe dingen gehoord.
6. Wat vinden jullie van de rol die jullie kregen tijdens de activiteit?
 - a. Die rol is leuk
 - b. Ik vind het leuk om te doen
 - c. Ik vind het leuk om eerst zelf aan de slag te gaan
 - d. Ik vind het interessant, want er waren veel nieuwe dingen
 - e. Ik vond het ook heel leuk en interessant
7. Wat voor tips zou je andere kinderen willen geven over het omgaan met energie?
 - a. Dat vanaf 2013 iedereen zich aan de regels zou moeten houden zoals licht uitdoen als je weg gaat.
8. Wat zou je nodig hebben om in de toekomst zelf een bijdrage te kunnen leveren aan het oplossen van het energieprobleem?
 - a. Ik zou nog wel willen weten hoe stroom precies wordt opgewekt. Ik weet niet precies hoe wind wordt omgezet in elektriciteit.
 - b. Wordt er ook nieuwe energie gemaakt? En komen we dan nog nieuwe manieren?

Discussiegroep 6 (Klas 8A)

1. Wat vonden jullie ervan?
 - a. Ik vond het eigenlijk wel interessant, want ik heb er eigenlijk nog nooit echt bij stilgestaan. Nu denk je er toch wel aan, en sta je er bij stil.
 - b. Ik vond het wel leuk om dingen op te zoeken en informatie te verkrijgen
 - c. Ik vond het wel leuk want er waren veel dingen die ik nog helemaal niet wist en daar ben ik nu achter gekomen.
2. Waarom vinden jullie het belangrijk dat het onderwerp energie aan bod komt?
 - a. Ik vind het goed dat het aan bod komt, want we spreken eigenlijk nooit op school over energie.
 - b. Als je het er niet op school over hebt, waar moet je het dan wel horen. Anders weet je het niet.
 - c. Wel al overspaarlampen gehad, maar nog niet over energiebronnen, dus dat was wel belangrijk.
3. Vinden jullie energie een onderwerp dat dicht bij jullie staat of meer ver van jullie af?
 - a. Ik denk niet dat ik iets met energie ga doen, maar ik vind het wel leuk om te horen.
 - b. Ik weet nog niet zeker of ik iets met energie ga doen, maar ik vind het wel belangrijk er iets over te weten.
 - c. Later wil ik er niet mee bezig zijn, maar ik vind het wel belangrijk om het op school erover te hebben
 - d. Als ik er mee bezig zou zijn later dan gebruik ik deze informatie
 - e. Ik denk dat wel dat ik er later niet echt veel mee doe, maar ik vind het wel interessant om het te weten.
 - f. Ik kan nu beter energie verbruiken, maar weet ook waar het vandaan komt
 - g. Omdat ik zelf heb meegekeken kan ik ook energie besparen zoals zonnepanelen waardoor de wereld langer door kan met energie
 - h. Of eerder je tv uitzetten.
4. Wat vinden jullie van de rol die jullie kregen tijdens de activiteit?
 - a. Best wel leuk, omdat je bij het dingen opzoeken kon zoeken naar voordelen en nadelen
 - b. Ik vond het wel leuk om het allemaal op te zoeken en dan leer je er meteen iets van, andere kinderen vinden dan weer iets anders en dan vind ik het leuk om dat te vergelijken
 - c. Ik vond het leuker dan een normale les en kon zelf bepalen wat ik wilde weten
 - d. Soms was het een beetje moeilijk te begrijpen, maar dat was ook wel een leuke uitdaging
 - e. Het was ook wel goed om samen te werken, want als ik iets niet begreep kon de ander het mij uitleggen. Zelf opzoeken was duidelijker dan dat de leerkracht het van te voren had opgezocht ofzo.
5. Wat voor tips zou je andere kinderen willen geven over het omgaan met energie?
 - a. Dat je meer energie moet besparen
 - b. Dat het belangrijk is dat ze minder computeren en tv kijken en noem maar op zodat je meer energie bespaart. Ik zou ze dat willen vertellen en dat zij het dan op de andere school vertellen.
 - c. Ik zou willen vertellen welke bronnen goed zijn.
6. Wat zou je nodig hebben om in de toekomst zelf een bijdrage te kunnen leveren aan het oplossen van het energieprobleem?
 - a. Is er al fusie-energie? Kun je het al gebruiken?
 - b. Hebben jullie al een test gedaan met fusie-energie?
 - c. Hoe snel zouden mensen fusie-energie kunnen gaan gebruiken?

Discussiegroep 7 (Klas 8A)

1. Wat vonden jullie ervan?
 - a. De eerste les dat ik niet zo leuk, maar de derde en vierde vond ik leuk. Het is best wel een leuk onderwerp
 - b. De eerste week was niet zo leuk, maar daarna vond ik het super leuk
 - c. Ik vond het wel leuk
2. Waarom vinden jullie het belangrijk dat het onderwerp energie aan bod komt?
 - a. Als er geen stroom is dan kan ik niet meer leven
 - b. Ik vind het belangrijk om niet elke dag computerspelletjes te spelen
 - c. Kinderen hoeven niet echt zo veel te weten
3. Hoe hebben jullie een mening gevormd over verschillende energiebronnen?
 - a. Ik heb voor- en nadelen opgeschreven
 - b. We hebben samen gewerkt in een groepje
 - c. Mijn mening is veranderd na de discussie van fusie-energie naar ook windenergie
 - d. Ik vond het eerst allemaal niet nodig, maar nu ben ik van mening dat we moeten geven aan fusie-energie
 - e. De vergelijking met andere bronnen heeft mijn mening veranderd
4. Wat vinden jullie van de rol die jullie kregen tijdens de activiteit?
 - a. Ik vind het wel leuk en de discussie was ook wel leuk
 - b. Bij sommige lessen wordt het voorgelezen en dan moet je in je werkboek gaan werken. Hier mocht je de informatie zelf opzoeken en dat vond ik wel leuk.
 - c. Ik vind het wel goed, want anders krijgt iedereen dezelfde mening. Ik vind de vrijheid wel fijn.
5. Wat voor tips zou je andere kinderen willen geven over het omgaan met energie?
 - a. Ik zou ze vertellen dat je altijd je eigen mening moet nagaan en niet van bijvoorbeeld je beste vriend
 - b. Het is belangrijk dat andere mensen ook weten dat er heel veel dingen zijn met energie
6. Wat zou je nodig hebben om in de toekomst zelf een bijdrage te kunnen leveren aan het oplossen van het energieprobleem?
 - a. Kunnen we nog meediscussiëren over dit onderwerp?

J Opmerkingen bij ingevulde vragenlijsten

Vragenlijst na deel 1

Klas A

Ik ga nu meer bezuinigen op energie

Het was leuk en ik begrijp nu waarom energie zo belangrijk is

Het was super leuk

Het was best wel leuk, maar ik houd niet zoveel van tv en computers

Ik heb hier veel van geleerd

Ik heb hier veel van geleerd

Ik vond het een beetje saai

Het was wel grappig

Het ging heel goed

Ze zijn heel erg saai

Ik vond het heel leuk

Niets dan goed

Klas B

Ik vond het interessant maar niet geweldig leuk

Het was heel leuk

Het is wel leuk en interessant

Ik vond het best interessant

Het was best leuk

Ik vond het heel leuk en ik weet er nu veel meer over

Het was best wel interessant

Vragenlijst na deel 2

Klas A

Het was leuk en gezellig

Meer doen met tablets

Het was leuk met de tablets

Ik vond het leuk en leerzaam

Ik vond het leuk en ik heb veel geleerd

Ik vond het leuk om zo vanalles op te mogen zoeken

Het was erg leuk om samen te werken en op de tablet op te zoeken

Klas B

Ik vond het tweede deel leuker dan het eerste deel

Het was heel leuk

Ik vond het wel leuk

Ik vond het erg leuk en vond het erg interessant

Ik vond het wel leuk om te doen en het was ook erg leerzaam

De vragen waren een beetje moeilijk

De vragen waren een beetje moeilijk

Eigenlijk vond ik het leuk en een beetje saai: je moest dingen opzoeken (leuk) maar het waren niet zo'n leuke onderwerpen (beetje saai)

Ik heb er van geleerd

Ik heb er niet zo veel van geleerd, maar het was wel leuk

Het was niet saai, maar ook niet super leuk (de tablets waren saai)

Vragenlijst na deel 3

Klas A

Vaak veel dure woorden en dat was heel moeilijk

Iets minder moeilijk woorden

Leuk

Ik heb veel nieuwe dingen geleerd

Ik vond het best moeilijk dit derde deel

Het was een leuke les, maar er waren dure woorden in waar ik niets van begreep

Ik vond het wel moeilijk, maar best leuk

Klas B

Ik vond het niet leuk (saai)

Ik vond het heel moeilijk en kon er niks over vinden en kan niet meer verder

Het was leuk

Ik snapte er niks van, jammer

Was erg moeilijk

Ik vind het heel leuk

Het was dit keer heel leuk!

Ik heb weer veel geleerd

De rest bij mijn groepje deed niet serieus, maar sommige wel

Toen we dingen moesten opzoeken mocht ik bijna niks doen en de anderen deden niet zo leuk mee

Het was best wel leuk

Vragenlijst na deel 4

Klas A

Het was leuk en leerzaam, maar soms ook moeilijk

Komen jullie ook op het voortgezet onderwijs?

De discussie vond ik een goed alternatief voor lessen

Ik vond het leuk

Ik vond het wel leuk en ook wel gezellig; echt een geweldige les

Zelf opzoeken was leuk, maar ik vond het discussiëren het leukst omdat je dan begeleid werd en er werden vragen gesteld aan je

Het was leuk

Dit was leuk

Klas B

Niet leuk

Ik vond de discussie juist leuk!

Ik vond het best leuk!

Ik vond het wel leerzaam, ik weet nu dingen die ik eerst niet wist zoals dat biomassa bestaat en kernenergie en kernfusie!

Het was super leuk

Jammer dat ik de laatste les niet goed snapte

Ik vond het erg interessant en heel erg leuk

Ik vond de bespreking wel leuk, maar soms had je kinderen die niets zeiden, dat was wel saai

Beste wel moeilijk

Ik heb na de discussie veel meer geleerd

Ik vond het heel leuk om het te doen en ik heb er nu wel iets van geleerd en mijn vader werkt op de TU/e