

## Lesvoorbereidingsformulier SSI les volgens 5E-model

### Algemeen

Klas: vwo 6	Lesuur: 2x50 minuten	Lokaal: a102	Datum: -
Onderwerp: Kerncentrales (SMRs ) in Nederland			

### DOELEN: Wat en Waarom

Wat wil je dat je leerlingen leren over het onderwerp van deze les? Formuleer concrete leerdoelen:  
"Na de les kan de leerling ...".

Waarom is het belangrijk dat ze dit weten/kunnen? (relevantie van de leerstof m.b.t  
kerndoelen/eindtermen en betekenis voor leerlingen)

#### Leerdoelen

a. Kennis leerdoelen

- Na de les kan de leerling vertellen dat er energie vrijkomt bij de splijting van zware kernen.
- Na de les kan de leerling uitleggen hoe de energie vrijkomt in een kerncentrale.
- Na de les kan de leerling uitleggen hoe een kettingreactie ontstaat.
- Na de les kan de leerling uitleggen hoe een ongecontroleerde reactie voorkomen kan worden in een kerncentrale.

b. Vaardigheid leerdoelen

- Na de les kan de leerling uit wetenschappelijke bronnen de voor- en nadelen halen en deze gebruiken in een discussie.
- Na de les kan de leerling inzien dat een maatschappelijk vraagstuk nooit één antwoord heeft.

#### Relevantie van de leerstof (kerndoelen/eindtermen en betekenis voor leerlingen)

- Kern- en deeltjesprocessen is een van de vakspecifieke domeinen die tijdens het CE gevraagd worden en dus in het curriculum van natuurkunde behandeld wordt. Op vwo 6 wordt kernenergie behandeld als praktische toepassing van deze kernprocessen. Door deze les als introductie te gebruiken tot dit deel van het hoofdstuk kan hetgeen wat tijdens deze les behandeld wordt later gekoppeld worden aan de theorie die in deze paragraaf behandeld wordt. Bovendien zijn kerncentrales en de processen die hierin plaatsvinden iets waar al jaren lang een discussie over is en waar de leerlingen later in hun leven ook mee te maken gaan krijgen, waarschijnlijk op politiek vlak. Het is daardoor dus belangrijk dat de leerlingen meer te leren krijgen over de werking van deze kerncentrales.

- Volgens het examenprogramma natuurkunde vwo vanaf CE 2016, is een van de algemene vaardigheden die leerlingen na het VO moet kunnen beheersen: het doelgericht informatie zoeken, beoordelen, selecteren en verwerken. Het is dus belangrijk dat de leerlingen uit wetenschappelijke bronnen doelgericht naar bijvoorbeeld voor- en nadelen zoeken en deze daarna verwerken. Bovendien is het behandelde vraagstuk iets wat zelfs in de Nederlandse politiek terugkomt, hier gaan de leerlingen later in hun toekomst vaker mee te maken krijgen. Het is op dat moment belangrijk dat de leerlingen in staat zijn een mening te baseren op wetenschappelijk onderbouwde voor- en nadelen. Het is daarom belangrijk dat de leerlingen hier mee leren om te gaan.

### **LERENDEN: Mogelijkheden en beperkingen**

*Bestudeer het onderwerp van de les met betrekking tot: 1) noodzakelijke voorkennis, cognitieve en motorische vaardigheden en houding van de leerlingen, 2) mogelijk aanwezige alternatieve leerling denkbeelden. Wat vinden je leerlingen makkelijk en moeilijk aan het onderwerp van deze les? (baseer je verwachting op de antwoorden van 1 en 2)*

*Welke andere mogelijkheden en beperkende factoren in de beginsituatie (vb. klaslokaal, sfeer in de klas, groepsgerichtheid, zelfstandigheid, verschillen tussen leerlingen, je eigen kennis van het onderwerp, je ontwikkeling als docent) beïnvloeden je onderwijs over dit onderwerp?*

### **Aandachtspunten m.b.t. beginsituatie (leerling kenmerken en contextfactoren):**

- De leerlingen hebben in vwo5 al te maken gekregen met radioactieve kernen en het verval van deze kernen. Deze kennis is nodig voor het eerste deel van de les waar ze ook daadwerkelijk reactievergelijkingen moeten opstellen, waarvoor ze de kennis die ze in vwo5 hebben opgedaan ook nodig hebben. De leerlingen hebben in vwo5 geleerd dat een kern verval in een andere kern en een stralingsdeeltje. In deze les gaan ze te zien krijgen dat er meer processen mogelijk zijn dan het verval van de kern. Ik verwacht dat de leerlingen het moeilijk gaan vinden om in te zien dat de behandelde processen in deze les ook opties zijn. Maar met de kennis die de leerlingen al hebben, is het zeker mogelijk dat de leerlingen dit kunnen doen.
- Er zijn vaak veel negatieve gedachten over kernenergie en kerncentrales, zoals de kans op een zogenoemde 'meltdown', het gevaar van kernafval. Deze ideeën komen voornamelijk voor uit gebeurtenissen zoals Chernobyl en Fukushima. Het is dus mogelijk dat de leerlingen voorafgaand aan de les een negatief beeld hebben over kernenergie zonder dat ze de benodigde wetenschappelijke kennis hierover hebben. Dit kan invloed hebben op het verloop van de lessen.
- Aangezien ik het tweede halfjaar van school ben ingestroomd op mijn stage heb ik de vwo6 klas waarvoor deze les is ontworpen nooit zelf les mogen geven. Hierdoor is het niet mogelijk voor mij om iets te zeggen over de sfeer in de klas, groepsgerichtheid, zelfstandigheid en groepsgerichtheid. Echter denk ik dat het algemeen wel geldt voor leerlingen van vwo6 dat je ze zelfstandig aan het werk kan zetten.

- Ik heb zelf als beginnend docent nog nooit een les gegeven waarbij groepsdiscussies een onderdeel zijn van de les. Gezien ik dus nog geen ervaring heb met het leiden van zulke discussies in mijn lessen, kan dit mijn onderwijs over dit onderwerp beïnvloeden.

## Onderwijsaanpak

*Welke van de 5E fasen komen in deze les aan bod? Wat zijn de verbanden en wisselwerkingen tussen deze fasen onderling en de fasen die in andere lessen aan bod komen?*

- De volledige SSI-lessenserie zal bestaan uit twee lessen. De eerste les begint met de fase engage waarbij het onderwerp wordt geïntroduceerd bij de leerlingen. De leerlingen worden tijdens deze fase ook uitgedaagd om na te denken wat ze al over het onderwerp weten op het gebied fysische processen in de reactor, het afval, het opwekken van energie en wat ze weten qua actualiteit van het onderwerp.
- Vervolgens gaan we door met een fase explain waar de leerlingen meer te leren krijgen over het onderwerp op het gebied van fysische processen in de reactor, het opwekken van energie en de veiligheid van een kerncentrale. De leerlingen gaan in deze fase actief aan de slag zijn met de stof door zelf ermee aan het werk te gaan. Vervolgens wordt deze stof met de docent en de hele klas doorgenomen om ervoor te zorgen dat alle leerlingen dezelfde kennis hebben opgedaan tijdens dit onderdeel.
- Als laatste onderdeel van de eerste les gaan we weer terug naar de fase engage waarbij het onderwerp van de volgende les wordt geïntroduceerd, namelijk small modular reactors (SMR's). De leerlingen krijgen hierbij ook huiswerk op voor de volgende les, zodat ze al een klein beetje weten waar het de volgende les over zal gaan.
- De tweede les begint met een fase engage waarbij de leerlingen met de kennis van het huiswerk en een verder introductie tot het onderwerp moeten nadenken over het verschil tussen een SMR en een reactor zoals in Borssele. Hierbij hebben ze ook de kennis nodig, dit is opgedaan in de fase explain van les 1.
- Vervolgens gaat de les verder met een fase elaborate waarbij de leerlingen extra informatie krijgen over het onderwerp kerncentrales en hier de voor- en nadelen uit moeten halen.
- Als laatste wordt de les afgesloten met een fase evaluate waarbij we gaan controleren of de leerlingen de opgestelde vaardigheid leerdoelen behaald hebben.

*Beschrijf per fase de aanpak (vb, didactische werkvormen, onderwijsleermiddelen, verbale/visuele stimuli, representaties, lesmaterialen, groepsindeling, lokaalopstelling)*

- Tijdens de eerste engage fase wordt sterk benadrukt dat Nederland als doel heeft in 2040 CO<sub>2</sub>-neutraal te zijn en dan kernenergie hiervoor gezien wordt als één van de mogelijke oplossingen. De leerlingen verdelen zich in vooraf gemaakte groepjes (door de docent) van ongeveer 3-4 leerlingen, afhankelijk van de grootte van de groep. Vervolgens moeten de leerlingen m.b.v. een mindmap (SS1) nagaan wat ze al van

kerncentrales weten. Hierbij is van tevoren al een indeling gemaakt, zoals hierboven besproken. Dit zorgt ervoor dat de leerlingen gericht gaan nadenken over het onderwerp. Vervolgens wordt er op een digibord één grootte mindmap gemaakt met de kennis van alle groepjes samen.

- Voor de explain fase zijn er in totaal 4 studentsheets gemaakt (SS2a-d) die de leerlingen moeten invullen om meer kennis over het onderwerp kerncentrales te krijgen. Per groepje krijgen ze één kopie per studentsheet om deze in te vullen. De leerlingen moeten er dus samen achter komen hoe de verschillende processen in elkaar zitten. Zodra alle leerlingen de studentsheets hebben ingevuld wordt er klassikaal gekeken of alle groepjes de kaarten juist hebben ingevuld. De docent kan d.m.v. een onderwijsleergesprek de kaarten invullen vanuit de slides zodat alle leerlingen dezelfde kennis hebben opgedaan tijdens dit onderdeel.
- Tijdens de laatste fase engage van les 1, krijgen de leerlingen een beetje achtergrondinformatie over de SMR's. Hierbij zal voornamelijk de docent aan het woord zijn om het onderwerp te introduceren. Vervolgens krijgen de leerlingen huiswerk op waarbij ze een artikel van NOS over deze SMR moeten lezen voor de volgende les.
- In de nieuwe les krijgen de leerlingen voor de fase engage een filmpje te zien van Rolls-Royce over hun SMR's. Hierbij worden de leerlingen in dezelfde groepjes als de vorige les uitgedaagd om overeenkomsten met en verschillen tussen de SMR en de kerncentrale in Borssele te vinden. Door middel van een discussie in het groepje moeten ze een klein lijstje voor hunzelf maken volgens SS1. Vervolgens zal de docent nog verdere uitleg geven over de SMR in Nederland en moet er een nadruk komen te liggen op de vraag: "Zou jij een van deze 10 SMRs in je 'achtertuin' willen?"
- Voor de fase elaborate zijn er in totaal 7 informatiekaarten (SS2a-g) gemaakt met informatie over allerlei aspecten van kernenergie. De leerlingen moeten in de groepjes de voor- en nadelen uit deze informatiekaarten halen die betrekking hebben op de hiervoor genoemde vraag over SMRs. Vervolgens moeten ze een lijst maken met de voor- en nadelen (SS3) en hier een score aan geven wat ze niet zo belangrijk vinden (+1) tot wat ze heel belangrijk vinden (+3).
- Als laatste fase voor evaluate gaan de groepjes een standpunt innemen, zijn ze voor of tegen SMRs in Nederland. Aan de hand van hun gevonden voor- en nadelen moeten de groepjes elkaar overtuigen van hun standpunten.

*Onderbouw je keuzes en leg uit hoe je aanpak het realiseren van de leerdoelen ondersteunt en hoe je tegemoet aan de mogelijkheden en beperkingen van de beginsituatie.*

- Door de leerlingen te laten starten met het maken van een mindmap is het mogelijk om erachter te komen welke leerlingen voorafgaand een negatieve denkwijze over kerncentrales hebben. Bovendien kan er op deze manier al gekeken worden wat de exacte beginsituatie van de leerlingen is, ook wat betreft de theorie. Er kan aan de hand van de uitkomst van de mindmap gekeken worden of er tijdens de les wellicht iets meer focus op de theorie moet komen te liggen.

- Tijdens de explain fase is het doel om de kennis leerdoelen van deze les te behalen door de leerlingen actief bezig te laten zijn met de stof. De leerlingen leren hierdoor over de energie die vrijkomt bij een kerncentrale, over kernsplijting en het voorkomen van een ongecontroleerde kernreactie. Bovendien halen ze hierdoor de kennis van vwo5 weer op, namelijk het maken van een reactievergelijking. Door de stof hierna met de leerlingen te bespreken zorg je er als docent voor dat er geen foute kennis bij de leerlingen komt te liggen.
- Tijdens de elaborate fase van de tweede les krijgen de leerlingen te maken met het vaardigheid leerdoel van deze les, namelijk de voor- en nadelen uit wetenschappelijke bronnen halen. Door de leerlingen de bronnen te geven kunnen ze zelf de wetenschappelijk onderbouwde voor- en nadelen hieruit halen. De leerlingen die alleen maar de negatieve kanten van kerncentrales en kernenergie zagen bij aanvang van de les leren hierdoor ook dat er altijd een andere kant aan het verhaal zit.
- Tijdens de evaluate fase komen leerlingen hopelijk uit op zowel voor als tegen de plaatsing van SMRs in Nederland. Hierdoor kan er focus gelegd worden op het feit dat een maatschappelijk vraagstuk zoals deze nooit één definitief antwoord heeft.

## Toetsen

*Hoe kom je (tijdens de les) achter het leerresultaat (begrip of verwarring van je leerlingen) m.b.t. de leerdoelen?*

*Denk aan beoordeling van de **kennis** en **vaardigheid** leerdoelen.*

### **Kennis leerdoel**

Nadat de leerlingen bezig zijn geweest met het nadenken over de nieuwe theorie in de hierboven genoemde explain fase (les 1), gaat de docent na met de klas wat iedereen heeft ingevuld. Door dit te doen a.d.h.v. een onderwijsleergesprek met de leerlingen komt de docent erachter welke van de kennis leerdoelen door de leerlingen behaald is. Als blijkt dat een van de kennis leerdoelen niet behaald is door de leerlingen kan de docent hier tijdens de explain fase wat meer aandacht aan besteden. Echter, deze les dient als een introductie les tot het onderwerp kern- en deeltjes processen van vwo6. Dus als blijkt dat een bepaald onderwerp nog niet helemaal duidelijk is bij de leerlingen kan hier in een latere theorieles nog meer focus op liggen om het kennisleerdoel toch te behalen.

### **Vaardigheid leerdoel**

De leerlingen hebben tijdens de elaborate fase (les 2) een lijst met voor- en nadelen moeten maken m.b.t. het onderwerp van les. Op het einde van deze les moeten de leerlingen in een groepsdiscussie hun standpunten benoemen. De docent kan hier uithalen hoe de leerlingen de informatie hebben verkregen uit de bronnen.