



## Vakdidactiek 2 EMSK20

### Docentenhandleiding Social Scientific Issues – PFAS

*2 lessen over het probleem, de scheikundige eigenschappen  
en mogelijke oplossingen van PFAS.*

Docenten Scheikunde in Opleiding

# Inhoudsopgave

Inhoudsopgave .....	2
Wat gaan we doen en waarom? .....	3
De opdracht voor leerlingen .....	4
Lesvoorbereidingen .....	5
Les 1 .....	5
Lesvoorbereidingsformulier SSI les volgens 5E-model.....	5
Algemeen .....	5
DOELEN: Wat en Waarom .....	5
Leerdoelen .....	5
Relevantie van de leerstof (kerndoelen/eindtermen en betekenis voor leerlingen) .....	5
LERENDEN: Mogelijkheden en beperkingen.....	6
Aandachtspunten m.b.t. beginsituatie (leerling kenmerken en contextfactoren):.....	6
Onderwijsaanpak.....	6
Toetsen.....	7
Tijdsplanning .....	8
Les 2 .....	13
Lesvoorbereidingsformulier SSI les volgens 5E-model.....	13
Algemeen .....	13
DOELEN: Wat en Waarom .....	13
Leerdoelen .....	13
Relevantie van de leerstof (kerndoelen/eindtermen en betekenis voor leerlingen) ....	13
LERENDEN: Mogelijkheden en beperkingen.....	14
Aandachtspunten m.b.t. beginsituatie (leerling kenmerken en contextfactoren):.....	14
Onderwijsaanpak.....	14
Toetsen.....	15
Tijdsplanning .....	16
Bronvermelding.....	17

## Wat gaan we doen en waarom?

Naast de kennis die leerlingen op doen in het vak scheikunde is het belangrijk dat zij een aantal vaardigheden leren die breder zijn dan alleen de theoretische kennis. Om na hun eindexamen deel uit te maken van de maatschappij is het belangrijk dat leerlingen leren om kritisch informatie te bestuderen, te communiceren over de scheikundige kennis die zij bezitten en kennis van het STEM domein toe te passen om maatschappelijke problemen. Voor dit alles moeten zij in staat zijn om wetenschappelijke argumenten, normatieve maatschappelijke overwegingen en persoonlijke opvattingen te onderscheiden en tegen elkaar af te wegen.

Deze opdracht van twee lessen kan leerlingen kennis laten maken met een maatschappelijk probleem met een scheikundige achtergrond en een oplossing voor dit probleem te zoeken. De opdracht is ontwikkeld met behulp van het 5E-model, waarbij leerlingen gestimuleerd worden tot een actief leerproces, waarin ze zelf betekenis zullen geven aan nieuwe informatie. Tijdens dit leerproces moeten ze hun eigen kennis gebruiken, maar ook nieuwe kennis opzoeken, beoordelen en kritisch verwerken. Daarmee kunnen de leerlingen de vaardigheden die eerder zijn benoemd ontwikkelen.

Leerlingen zullen na een klassikale introductie eerst in groepjes gaan onderzoeken wat PFAS nou precies is en waarom dit een probleem veroorzaakt. Na dit klassikaal te hebben besproken, gaan zij verder om een oplossing te vinden voor het probleem. De leerlingen gaan hiervoor in groepjes verder met informatie zoeken en hun eigen kennis toepassen om ofwel een afbreekbare vervanger voor PFAS te zoeken met verder dezelfde scheikundige eigenschappen of een manier zoeken waarop PFAS toch zou kunnen worden afgebroken. Waarschijnlijk zullen ze niet in staat zijn om een volledig correct en haalbaar plan te maken, maar de opdracht vereist wel van ze dat ze oplossingsgericht te werk gaan. Doordat er nog geen bestaande oplossing voor het probleem is, moeten de leerlingen naast de informatie die ze kunnen vinden ook hun eigen scheikundige kennis inzetten om met een mogelijke oplossing te komen.

# De opdracht voor leerlingen

## Opdracht 1: Wat is PFAS eigenlijk?

- Waar staat de afkorting PFAS voor? Leg aan de hand van de naam uit hoe de structuurformule van een PFAS molecuul eruit ziet.
- Waar wordt PFAS voor gebruikt en welke eigenschappen op macroniveau zijn hierbij gunstig? Verklaar de eigenschappen op macroniveau aan de hand van eigenschappen op microniveau.
- Wat zijn de nadelen van PFAS op macroniveau? Verklaar deze nadelen op macroniveau aan de hand van eigenschappen op microniveau.

*Hint: Denk bij eigenschappen op microniveau aan bijvoorbeeld polariteit en de energie van bindingen.*

## Opdracht 2: Mogelijke oplossingen voor het PFAS probleem

Jullie gaan in groepjes van ongeveer 4 leerlingen een mogelijke oplossing voor het PFAS probleem bedenken en uitwerken. Denk hierbij aan bijvoorbeeld het vervangen van PFAS, het afbreken van PFAS of een ander creatief idee. In de tweede les gaan jullie de mogelijke oplossing presenteren aan de hand van een pitch van 2 minuten.

Focus je in deze pitch op de scheikundige termen die je kent vanuit de lessen, dus bijvoorbeeld het gebruik van reacties of eigenschappen op micro-, meso- en of macroniveau. De bedoeling is dus dat je het maatschappelijke probleem op een scheikundig wetenschappelijke manier benadert.

Je mag je pitch indien gewenst ondersteunen door middel van een (powerpoint) presentatie of een poster.

# Lesvoorbereidingen

## Les 1

### Lesvoorbereidingsformulier SSI les volgens 5E-model

#### Algemeen

Klas: V5	Lesuur:	Lokaal:	Datum:
Onderwerp: Social Scientific Issues PFAS			

#### 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

- De leerling is bekend met de scheikundige structuur van PFAS.
- De leerling kan aan de hand van de eigenschappen van PFAS op microniveau de eigenschappen en toepassingen op meso- en macroniveau verklaren.

##### b. Vaardigheid leerdoelen

- De leerling is in staat informatie te zoeken, de bronnen kritisch te beoordelen en de relevante informatie uit de bron te selecteren en verwerken.
- De leerling kan kennis uit het STEM domein toepassen op maatschappelijke problemen
- De leerling is in staat onderscheid te maken tussen wetenschappelijke argumenten, normatieve maatschappelijke overwegingen en persoonlijke opvattingen.

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

Deze leerdoelen sluiten aan bij een aantal eindtermen van het eindexamen waar leerlingen aan moeten voldoen (College voor Toetsen en Examens, 2024):

- De kandidaat kan doelgericht informatie zoeken, beoordelen, selecteren en verwerken.
- De kandidaat kan adequaat schriftelijk, mondeling en digitaal in het publieke domein communiceren over onderwerpen uit het desbetreffende vakgebied.
- De kandidaat kan in contexten een beargumenteerd oordeel geven over een situatie in de natuur of een technische toepassing, en daarin onderscheid maken tussen wetenschappelijke argumenten, normatieve maatschappelijke overwegingen en persoonlijke opvattingen.

Daarnaast is het voor leerlingen relevant om meer te weten te komen over een onderwerp dat momenteel zo veel in het nieuws is.

## *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 zijn veel bezig met groepswork waardoor ruimte tot onrust en afleiding ontstaat.
- De opdracht is wat minder direct en concreet dan leerlingen gewend zijn, waardoor het kan dat de leerling niet goed weet hoe hij of zij aan de slag moet.

### *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?*

- Engage
- Explore
- Explain

In de eerste les komen met name de eerste drie van de 5E fasen aan bod. Deze worden gebruikt om het onderwerp te introduceren en de leerlingen bekend te laten worden met het onderwerp. Deze fasen spelen onderling op elkaar in doordat de engage fase en de explore fase beide worden gebruikt om de explain fase te ondersteunen. Het betrekken van de leerlingen bij het onderwerp en ze dit onderwerp zelf laten ontdekken, helpt om de opdracht duidelijk uit te lijnen. Door gebruik te maken van een woordweb in de explain fase en een filmpje in de engage fase, krijgen de leerlingen de opdracht niet alleen mondeling uitgelegd, maar ook op een duidelijke, visuele manier. Deze fasen doen onder andere dienst als voorwerk voor de volgende les, waarin de andere 2 fasen van de 5E fasen aan bod komen.

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

- Engage: door een actueel onderwerp te gebruiken, PFAS, zien de leerlingen het belang van het onderwerp. Een kort filmpje kan extra helpen om de aandacht van de leerlingen te vangen. Deze fase zal met name klassikaal plaats vinden, met ruimte voor de eigen input van leerlingen. Hun voorkennis wordt geactiveerd door een woordweb te maken over PFAS met wat al bekend is. Ook worden nieuwsartikelen getoond om de relevantie van het onderwerp extra te onderstrepen.
- Explore: het filmpje zorgt alvast voor een duidelijke introductie van het onderwerp. Door duidelijke vragen te stellen aan leerlingen, maar wel vrijheid te geven in het gebruik van materialen, kunnen leerlingen optimaal het maatschappelijke probleem aanvliesen. Na de introductie gaan de leerlingen

zelfstandig aan de slag om wat meer te weten te komen over de scheikundige aard van PFAS. Deze fase wordt in groepjes gedaan. Leerlingen zullen op wetenschappelijk vlak waarschijnlijk weinig van dit onderwerp afweten, waardoor deze groepjes gevormd kunnen worden naar de wens van de leerlingen. Om dit overleg makkelijker te maken, zullen de tafels in groepjes van 4 worden gezet. De leerlingen moeten onderzoek doen op een tablet of laptop, dus deze moeten aanwezig zijn.

- Explain: in het filmpje wordt in eenvoudige taal het maatschappelijke probleem aangekaart. Daarnaast wordt het gevisualiseerd, zodat leerlingen het probleem goed kunnen begrijpen. De uitleg van de opdracht wordt verder ondersteund door het ontdekken van het onderwerp in de explore fase. Hoewel het groepswork daarvoor belangrijk is, is het voor deze fase juist belangrijk om de bevindingen klassikaal te bespreken. Hierdoor wordt de tweede, moeilijkere opdracht goed opgestart en is het voor de leerlingen helder wat er van hen verwacht wordt.

*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.*

- De leerdoelen gaan met name over het opbouwen van vaardigheden. Het opbouwen van de kennis over PFAS is hier wat ondergeschikt aan en dient vooral als een middel om de vaardigheden te leren. Hierdoor is het goed dat de leerlingen vooral zelf aan de slag gaan en de vaardigheden moeten gaan toepassen in plaats van docent-gestuurd lesgeven. Om te voorkomen dat de les te vrij en onduidelijk wordt, is het wel goed om gezamenlijk op te starten en af en toe de bevindingen klassikaal door te nemen.

#### *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.*

Tijdens het werken aan de opdracht is het belangrijk om als docent rond te lopen en actief te vragen waar de leerlingen mee bezig zijn. Door hun bevindingen meteen te bespreken, kan je erachter komen of ze op het goede spoor zitten.

Bij het klassikaal bespreken van wat PFAS is, is het belangrijk om met name de leerlingen aan het woord te laten. Zo kan je goed in de gaten houden of de leerlingen de juiste informatie hebben gevonden.

### Tijdsplanning

Activiteit	Tijd	Toelichting
Les opstarten en Introductie onderwerp	20 min	<p><u>Slide 1</u> Aan het begin van de les / voor de les begint worden de leerlingen in groepjes van 3-4 verdeeld. In deze groepjes aan ze aan de slag met de opdrachten.</p> <p><u>Slide 2</u> We introduceren de term SSI en het onderwerp van deze lessenserie (PFAS) aan de hand van een ludieke video: <a href="https://www.youtube.com/watch?v=65Qhy1_4Q8E">https://www.youtube.com/watch?v=65Qhy1_4Q8E</a></p> <p><u>Slide 3</u> Bij Social scientific issues (SSIs) wordt wetenschappelijke kennis gebruikt om een maatschappelijk probleem te benaderen. Voorbeelden hiervan zijn:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- De invloed van kernenergie op het milieu.</li><li>- De invloed van PFAS op de gezondheid en natuur.</li><li>- De invloed van genetische modificatie op bijvoorbeeld voedsel of mensen.</li><li>- De invloed van telefoongebruik op de houding van de mens.</li></ul> <p><u>Slide 4 en 5</u> De SSI waar we ons op gaan focussen is PFAS. PFAS is de laatste tijd veel in het nieuws, denk aan de volgende krantenkoppen:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- 'Fabriek in Helmond loosde jarenlang PFAS in riool'<sup>1</sup></li><li>- RIVM: eet geen eieren van hobby-kippen, kan door PFAS schadelijk zijn voor de gezondheid.<sup>2</sup></li></ul>

<sup>1</sup> NOS. (2025, April 24). "Fabriek in Helmond loosde jarenlang PFAS in riool."  
<https://nos.nl/artikel/2564767-fabriek-in-helmond-loosde-jarenlang-pfas-in-riool>

<sup>2</sup> Bürmann, S., & Bürmann, S. (2025, April 15). RIVM: eet geen eieren van hobby-kippen, kan door PFAS schadelijk zijn voor gezondheid. NOS. <https://nos.nl/artikel/2563687-rivm-eet-geen-eieren-van-hobby-kippen-kan-door-pfas-schadelijk-zijn-voor-gezondheid>



		<p>- Onmiddellijk actie van bedrijven vereist om PFAS terug te dringen.<sup>3</sup></p> <p><u>Slide 6</u> In de komende twee lessen gaan we meer leren over PFAS. We gaan kijken naar wat het is, waarvoor het gebruikt wordt, wat de nadelen zijn en hoe de veroorzaakte problemen eventueel opgelost zouden kunnen worden.</p> <p><u>Slide 7</u> Om te beginnen maken we klassikaal een woordspin met alles wat we tot nu toe weten over PFAS. Hiermee activeren we de voorkennis van de leerlingen.</p> <p>Daarna introduceren we de eerste opdracht: De leerlingen worden verdeeld in groepjes van ongeveer 4. De inleidende opdracht zorgt voor de basiskennis over PFAS.</p>
Opdracht 1	15 min	<p><u>Slide 8</u> Leerlingen gaan in groepjes zelf uitzoeken wat PFAS is, waarvoor het wordt gebruikt en wat er schadelijk aan is. Door de problemen op macro niveau te koppelen aan de oorzaken op microniveau, leren de leerlingen om verbanden te leggen tussen wat ze waarnemen en wat er scheikundig gebeurt.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Waar staat de afkorting PFAS voor? Leg aan de hand van de naam uit hoe de structuurformule van een PFAS molecuul eruit ziet.  “Per- and Polyfluoroalkyl Substances” <ul style="list-style-type: none"> <li>Fluor: H is vervangen door F</li> <li>Per: <u>Elke</u> C-H bindingen van een gewone koolwaterstof is vervangen.</li> <li>Poly: <u>Meerdere</u> C-H bindingen zijn vervangen, maar niet allemaal.</li> </ul> De naam PFAS omvat dus alle moleculen waarvan meerdere of alle C-H binding zijn vervangen door een C-F binding.</li> <li>Waar wordt PFAS voor gebruikt en welke eigenschappen op macro niveau zijn hierbij gunstig? Verklaar de</li> </ul>

<sup>3</sup> NOS. (2024, November 14). Onmiddellijk actie van bedrijven vereist om PFAS terug te dringen. <https://nos.nl/artikel/2544471-onmiddellijk-actie-van-bedrijven-vereist-om-pfas-terug-te-dringen>

		<p>eigenschappen op macroniveau aan de hand van eigenschappen op microniveau. Hint: Denk aan bijvoorbeeld polariteit en de energie van bindingen.</p> <p>Voorbeelden van toepassingen zijn:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Waterdichte jassen, waterafstotend.</li> <li>- Pannen met antiaanbaklaag, vetafstotend en hittebestendig.</li> <li>- Voedselverpakkingen, vet- en waterafstotend.</li> <li>- Blusschuim, stoot water en brandstof af.</li> <li>- Cosmetica, waterbestendig.</li> </ul> <p>Eigenschappen verklaren op microniveau:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Waterafstotend en vetafstotend: PFAS is apolair, omdat alle H-atomen zijn vervangen door F-atomen, waardoor je een symmetrisch molecuul krijgt. Dit zal polaire stoffen als water of vetten afstoten.</li> <li>- Hittebestendig: C-F bindingen zijn erg sterke enkele bindingen, ze hebben in vergelijking tot andere enkele binding een hoge bindingenergie (<math>-4.4 \cdot 10^5</math> J/mol)</li> <li>- Chemisch stabiel</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Wat zijn de nadelen van PFAS op macroniveau? Verklaar deze nadelen op macroniveau aan de hand van eigenschappen op microniveau. Hint: Denk aan bijvoorbeeld polariteit en de energie van bindingen.</li> </ul> <p>Voorbeelden van problemen op macroniveau:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Slecht afbreekbaar, waardoor ze zich opstapelen.</li> <li>- Zorgen voor gezondheidsproblemen: <ul style="list-style-type: none"> <li>o Immuunsysteem</li> <li>o Verhoogd risico op bepaalde vormen van kanker</li> <li>o Hormonale verstoringen</li> <li>o Leverschade</li> </ul> </li> </ul> <p>Verklaringen op microniveau:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Slecht afbreekbaar:</li> </ul>
--	--	--

		<ul style="list-style-type: none"> <li>o Biologische afbraak: enzymen kunnen de sterke C-F bindingen niet verbreken.</li> <li>o Fotolyse: UV-licht kan de C-F binding niet makkelijk splijten.</li> <li>o Hydrolyse: water reageert niet goed met het fluorpantser.</li> <li>- Gezondheidsproblemen: Ze lijken op vetzuren die in ons lichaam voorkomen, waardoor ze kunnen binden aan receptoren of biochemische processen kunnen verstoren.<sup>4</sup></li> </ul>
Opdracht 1 bespreken en uitleg opdracht 2	5 min	<p><u>Slide 9 t/m 15</u> We gaan klassikaal de antwoorden bespreken en beginnen met een filmpje waarin dit ook wordt besproken: <a href="https://www.youtube.com/watch?v=oXsafpFdid0">https://www.youtube.com/watch?v=oXsafpFdid0</a></p> <p><u>Slide 16</u> We weten nu wat PFAS is, waar het voor wordt gebruikt en wat de nadelen zijn. In de video wordt er gezegd dat waterschappen pleiten voor een PFAS verbod, want als er geen PFAS meer gemaakt wordt, is er ook geen noodzaak om het te verwijderen. Een mogelijke oplossing voor het PFAS probleem zou kunnen zijn:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>o Het vervangen van PFAS</li> <li>o Het afbreken van PFAS</li> <li>o Of iets anders</li> </ul> <p>Dit brengt ons naar de volgende opdracht.</p>
Opdracht 2	10 min	<p><u>Slide 17 en 18</u> Leerlingen gaan in groepjes antwoord zoeken op de volgende opdracht: "Zoek een mogelijke oplossing voor PFAS, werk deze uit en geef hier de volgende les een pitch over van 2 minuten". Leg hierbij de focus op het gebruik van scheikundige termen die je kent vanuit de lessen. Denk dus aan het weergeven van reacties en het bespreken van eigenschappen op zowel micro- meso- als macroniveau.</p>

<sup>4</sup> Our current understanding of the human health and environmental risks of PFAS | US EPA. (2024, November 26). US EPA. [https://www.epa.gov/pfas/our-current-understanding-human-health-and-environmental-risks-pfas?utm\\_source=chatgpt.com](https://www.epa.gov/pfas/our-current-understanding-human-health-and-environmental-risks-pfas?utm_source=chatgpt.com)

		Je mag je pitch indien gewenst ondersteunen door middel van een (PowerPoint) presentatie of poster.
--	--	---

## Les 2

### Lesvoorbereidingsformulier SSI les volgens 5E-model

#### Algemeen

Klas: V5	Lesuur:	Lokaal:	Datum:
Onderwerp: Social Scientific Issues PFAS les 2			

#### 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

##### c. Kennis leerdoelen

- De leerling is bekend met de scheikundige structuur van PFAS.
- De leerling kan aan de hand van de eigenschappen van PFAS op microniveau de eigenschappen en toepassingen op meso- en macroniveau verklaren.

##### d. Vaardigheid leerdoelen

- De leerling is in staat informatie te zoeken, de bronnen kritisch te beoordelen en de relevante informatie uit de bron te selecteren en verwerken.
- De leerling kan kennis uit het STEM domein toepassen op maatschappelijke problemen
- De leerling is in staat onderscheid te maken tussen wetenschappelijke argumenten, normatieve maatschappelijke overwegingen en persoonlijke opvattingen.
- De leerling kan mondeling communiceren over de gevonden informatie.

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

Deze leerdoelen sluiten aan bij een aantal eindtermen van het eindexamen waar leerlingen aan moeten voldoen (College voor Toetsen en Examens, 2024):

- De kandidaat kan doelgericht informatie zoeken, beoordelen, selecteren en verwerken.
- De kandidaat kan adequaat schriftelijk, mondeling en digitaal in het publieke domein communiceren over onderwerpen uit het desbetreffende vakgebied.
- De kandidaat kan in contexten een beargumenteerd oordeel geven over een situatie in de natuur of een technische toepassing, en daarin onderscheid maken tussen wetenschappelijke argumenten, normatieve maatschappelijke overwegingen en persoonlijke opvattingen.

Daarnaast is het voor leerlingen relevant om meer te weten te komen over een onderwerp dat momenteel zoveel in het nieuws is.

### *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 zijn veel bezig met groepswork waardoor ruimte tot onrust en afleiding ontstaat.
- De opdracht is wat minder direct en concreet dan leerlingen gewend zijn, waardoor het kan dat de leerling niet goed weet hoe hij of zij aan de slag moet.

### *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?*

- Elaborate
- Evaluate

Deze fasen komen in deze les aan bod door het werken aan een oplossing en dit presenteren. De “elaborate” fase is hierbij het voorwerk van de “evaluate” fase. Ook gaan deze fasen verder op de drie andere 5E fasen die in de vorige les aan bod kwamen.

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

- Elaborate: door leerlingen niet alleen te vragen hoe het probleem in elkaar steekt, maar ook hoe ze het eventueel zouden kunnen oplossen, worden ze geprikkeld om hun kennis van het STEM domein en kritisch denkvermogen in te zetten. Het is belangrijk om de scheikundige eigenschappen van PFAS goed in kaart te hebben voor de leerlingen een oplossing gaan zoeken. Daar kunnen de eerste 5E fasen, die in de vorige les zijn doorlopen, goed bij helpen. Tijdens deze fase gaan de leerlingen weer in groepjes van 4 aan de slag. Dit zijn dezelfde groepen als van de eerste opdracht.
- Evaluate: de leerlingen presenteren hun eigen oplossing en moeten dit in relatief weinig tijd doen. Hierdoor worden ze gedwongen om alleen de relevante informatie te bespreken. Ook is het antwoord op de vraag niet eenvoudig of goed te vinden op het internet. Voor het krijgen van een goed antwoord moeten ze dus zowel hun eigen kennis als de beschikbare kennis op het internet gebruiken. Het kort presenteren van de gevonden oplossing zorgt ervoor dat de leerlingen de vaardigheid van het mondeling communiceren over dit scheikundige onderwerp moeten toepassen. Daarnaast moeten ze voor het vinden van een geschikte

oplossing in staat zijn om de wetenschappelijke kennis en de maatschappelijke overwegingen onderscheiden en tegen elkaar afwegen.

*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.*

- De fasen die in deze les aan bod komen zorgen ervoor dat de leerling leert om goede informatie te zoeken, begrijpen en kritisch te bekijken. Ook moeten ze in staat zijn om wetenschappelijke feiten, persoonlijke meningen en maatschappelijke belangen mee te nemen in hun overwegingen en deze duidelijk van elkaar te scheiden.
- Het laten presenteren van de gevonden uitkomsten sluit aan bij het in staat zijn mondeling communiceren over onderwerpen uit het scheikunde vakgebied. Daarnaast is dit kort presenteren van de informatie nuttig om inzicht te krijgen in het behalen van de leerdoelen door de leerlingen.
- Door de presentaties in de vorm van een pitch te doen, worden de leerlingen gedwongen om hun vaardigheden van het kunnen ordenen en filteren van de opgedane informatie.

#### *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.*

Tijdens het werken aan de opdracht is het belangrijk om als docent rond te lopen en actief te vragen waar de leerlingen mee bezig zijn. Door hun bevindingen meteen te bespreken, kan je erachter komen of ze op het goede spoor zitten.

Daarnaast kan je tijdens de korte presentaties goed summatief beoordelen of de leerlingen de leerdoelen hebben bereikt. Zonder dat de vaardigheden en de kennis leerdoelen zijn bereikt, is het niet mogelijk om een goede, inhoudelijke pitch te geven. Wel is het belangrijk om te controleren of de leerdoelen door alle leerlingen zijn bereikt en niet alleen door de één of twee leerlingen die de pitch geven. Dit moet dus vooraf worden ingeschat door rond te lopen en specifieke leerlingen gericht te vragen naar hun bevindingen.

### *Tijdsplanning*

<b>Activiteit</b>	<b>Tijd</b>	<b>Toelichting</b>
Les opstarten en vervolg opdracht 2	15 min	<u>Slide 18</u> De leerlingen krijgen aan het begin van de les nog de tijd om de opdracht van de vorige les af te ronden en de pitch voor te bereiden.
Pitches	25 min	In een klas van ongeveer 24 leerlingen zullen er 6 groepjes een pitch geven. Let hierbij op de koppeling tussen de sociale problemen en de scheikunde, dus bijvoorbeeld het gebruik van scheikundige reacties en het verklaren van eigenschappen op de verschillende organisatieniveaus.
Prijsuitreiking en afsluiting	10 min	<u>Slide 19</u> Aan het einde van de pitches zal er een stemronde plaatsvinden over welke oplossing de klas het beste vindt. Het groepje met de meeste stemmen heeft gewonnen en verdient een prijs, bijvoorbeeld een zakje snoep of iets anders lekkers.



## Bronvermelding

1. NOS. (2025, April 24). "Fabriek in Helmond loosde jarenlang PFAS in riool." <https://nos.nl/artikel/2564767-fabriek-in-helmond-loosde-jarenlang-pfas-in-riool>
2. Bürmann, S., & Bürmann, S. (2025, April 15). RIVM: eet geen eieren van hobby-kippen, kan door PFAS schadelijk zijn voor gezondheid. NOS. <https://nos.nl/artikel/2563687-rivm-eet-geen-eieren-van-hobby-kippen-kan-door-pfas-schadelijk-zijn-voor-gezondheid>
3. NOS. (2024, November 14). Onmiddellijk actie van bedrijven vereist om PFAS terug te dringen. <https://nos.nl/artikel/2544471-onmiddellijk-actie-van-bedrijven-vereist-om-pfas-terug-te-dringen>
4. Our current understanding of the human health and environmental risks of PFAS | US EPA. (2024, November 26). US EPA. [https://www.epa.gov/pfas/our-current-understanding-human-health-and-environmental-risks-pfas?utm\\_source=chatgpt.com](https://www.epa.gov/pfas/our-current-understanding-human-health-and-environmental-risks-pfas?utm_source=chatgpt.com)
5. College voor Toetsen en Examens. (2024). SCHEIKUNDE VWO | SYLLABUS CENTRAAL EXAMEN 2025 Nadere vaststelling. In C. Bertona, E. De Kleijn, E. Limburg, M. Vos, M. Van Der Meulen-Aerts, S. Boot, J. Breed, & R. Schoot Uiterkamp, *SCHEIKUNDE VWO* (Versie 4, pp. 2–42). <https://www.examenblad.nl/system/files/exam-document/2024-07/syllabus-scheikunde-vwo-syllabus-centraal-examens-2025-februari-2024-versie-4.pdf>