

Hoe kunnen microplastics en stikstofverbindingen uit vervuild water gezuiverd worden?

Bouwsteen 5: Op welk niveau bevindt de waterkwaliteit van het mechanisch gezuiverd afvalwater zich? Hoe kunnen we de waterkwaliteit bepalen aan de hand van chemische milieufactoren? Hoe kan je op een biologische manier ammoniumverbindingen uit afvalwater verwijderen?

Deze fase in een notendop:

De leerlingen hebben geleerd op welke manier ze zichtbaar vuil zoals microplastics uit het water kunnen filteren tijdens de mechanische zuivering. Op het einde van de mechanische zuivering ziet het afvalwater er schoon uit maar bevat het nog chemische en biologische componenten zoals ammoniumionen, sulfaationen, bacteriën, virussen en schimmels. Tijdens de mechanische zuivering gaan de leerlingen het ammoniumgehalte in het verontreinigd water doen dalen met behulp van bacteriën.

Tijd: 3 lesuren

Leerdoelen: De leerlingen kunnen

- de verschillende chemische milieufactoren benoemen om de waterkwaliteit te bepalen.
- het verband tussen de parameter temperatuur en zuurstofgehalte van het water toelichten.
- een verdunningsreeks opstellen aan de hand van een situatieschets.
- de massaconcentratie van een oplossing berekenen.
- de molaire concentratie van een oplossing berekenen.
- uitleggen op welke manier we het ammoniumgehalte kunnen doen dalen in het water.
- enkele belangrijke parameters voor de bacteriën opsommen en uitleggen.
- een besluit formuleren op de verschillende vragen.

STEM-doelen: De leerlingen kunnen

- LPD S1: een hypothese formuleren op de gestelde onderzoeksvraag op basis van hun achtergrondkennis.
- LPD S1: op een correcte manier een experiment uitvoeren.
- LPD S1: tijdens het onderzoek hun waarnemingen noteren en data verzamelen.
- LPD S1: hun verkregen resultaten tijdens de metingen correct interpreteren.
- LPD S1: een besluit formuleren op de gestelde (onderzoeks)vragen.
- LPD S1: over het eigen handelen reflecteren.
- LPD S2: het gevolg van het toevoegen van bacteriën aan het verontreinigd water uitleggen op basis van het ammoniumgehalte.
- LPD S2: aan de hand van de verhouding en hoeveelheid van de chemische milieufactoren met behulp van de waardetabel de waterkwaliteit bepalen.
- LPD S3: op een correcte manier gebruik maken van een thermometer om de temperatuur van het water te bepalen.
- LPD S3: op een correcte manier gebruik maken van een testkit voor wateronderzoek om de chemische milieufactoren te meten.
- LPD S3: op een correcte manier het ammoniumgehalte in het water aflezen met behulp van de meetstrip.

Leerinhouden: waterkwaliteit bepalen, chemische milieufactoren, wateronderzoek, verdunningsreeks, massaconcentratie, molaire concentratie, bacteriën, ammoniumgehalte, nitrificatie.

Randvoorwaarden:

Materiaal voor klasgebruik:

1 doorzichtige bak (+/- 6 l)



1 aquariumpomp



1 aquariumverwarmingselement



3 l water uit een vijver of beek (stilstaand water)



1 g ammoniumchloride



1 maatkolf van 100 ml



1 trechter



1 pipet



1 gegradueerde pipet van 10 ml



1 pipetpeer



1 spuit van 50 ml



1 spuitfles met gedestilleerd water



Bacteriën voor aquarium (verwerken van NO_3^- en NH_4^+)



Poreuze stenen (lavastenen of zeolietsteen)



1 weegschuitje



1 balans



1 spatel



1 thermometer



Materiaal per groep:

Werkbundel



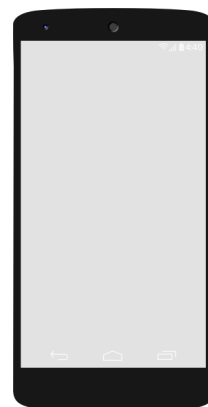
Waterzuivering

STEM-project

Naam: _____
Klas: _____
Schooljaar: 2022 - 2023

Ontwikkelt door: Matias Cox, An Dierckx, Lieselotte Leuckx-Fockeey & Thomas Van Bauwel

Laptop of smartphone



Testkit voor ammonium, nitriet en nitraat



Timer



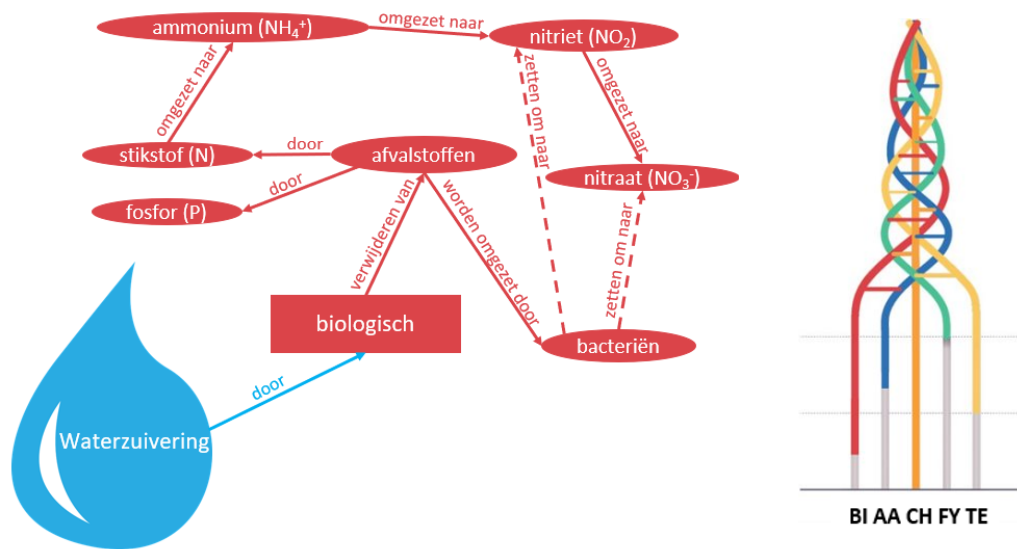
Voorkennis leerlingen:

- o De leerlingen kennen de werking van een testkit voor wateronderzoek.
- o De leerlingen weten hoe ze een verdunningsreeks moeten opstellen.
- o De leerlingen weten hoe ze de massaconcentratie van een oplossing moeten berekenen.
- o De leerlingen weten hoe ze de molaire concentratie van een oplossing moeten berekenen.

Externen: Geen

Beschrijving leeractiviteiten:

Deel conceptenmap dat bij deze leeractiviteit hoort:



Overzicht leeractiviteit: timing + hoe te organiseren + hulpmiddelen

	Beschrijving leeractiviteit	Duur	Hoe organiseren?	Hulpmiddelen
1.	Verwondering Probleemstelling Onderzoeksvraag Hypothese	10'	- Klassikale bespreking van de verwondering. (2 min.) - Klassikale bespreking van de onderzoeksvraag. (1 min.) - Leerlingen formuleren in groep een hypothese. (4 min.) - Klassikale bespreking van hypothese. (3 min.)	- PPT 5 - Bundel p.37 → LPD S1
2.	Vragen stellen	15'	- Klassikaal overlopen van de vragen. (2 min.) - Leerlingen maken opdrachten in groep. (10 min.) - Klassikale bespreking van de vragen. (3 min.)	- PPT 5 - Bundel p.38-39 - Laptop → LPD S3
3.	Onderzoek ontwerpen	22'	- Klassikaal overlopen van de opdrachten. (2 min.) - Leerlingen maken de opdrachten in groep. (15 min.) - Klassikale bespreking van de opdrachten. (5 min.)	- PPT 5 - Bundel p.39-42 - Laptop
4.	Uitvoeren	50'	Klassikaal overlopen van de uitvoering	- PPT 5

		(+40')	van de biologische zuivering. (5 min.) ☐ Klassikaal opstellen van de testbak. (10 min.) ☐ Iedere groep voert de ammonium-, nitriet- en nitraat-test uit op het testwater en niet-vervuild water. (20 min.) ☐ De testen moeten gedurende 1 week, iedere dag uitgevoerd worden. (4x10' min.) ☐ Iedere groep voert de laatste dag opnieuw de testen uit op het testwater. (20 min.)	- Bundel p.43-44 → LPD S1 → LPD S3
5.	Analyseren	17'	☐ Klassikaal overlopen van de opdrachten. (5 min.) ☐ De leerlingen vullen hun meetresultaten van de referentieproef en testproef in. (2 min.) ☐ De leerlingen vullen de meetresultaten van de testproef van de overige dagen in. (2 min.) ☐ De leerlingen maken een grafiek van de verkregen meetresultaten. (2 min.) ☐ De leerlingen interpreteren hun waarnemingen. (2 min.) ☐ De leerlingen kunnen een besluit vormen over hun waarnemingen. (2 min.) ☐ Klassikaal bespreken van de antwoorden bij de interpretatie en besluit. (2 min.)	- PPT 5 - Bundel p.45-46 → LPD S1 → LPD S2
6.	Besluit	8'	☐ Klassikaal overlopen van de vragen. (1 min.) ☐ De leerlingen beantwoorden de vragen. (5 min.) ☐ Klassikaal overlopen van de antwoorden op de vragen. (2 min.)	- PPT 5 - Bundel p.47 → LPD S1
7.	Conceptmap	8'	☐ Klassikaal overlopen van vragen. (1 min.) ☐ Beantwoorden van vragen in groep. (3 min.) ☐ Klassikaal bespreken van antwoorden. (2 min.) ☐ Klassikaal overlopen van conceptmap. (2 min.)	- PPT 5 - Bundel p.48

Extra uitgebreide info bij leeractiviteit:

! De leerlingen werken gedurende het hele project in dezelfde groep van 2/3 personen !

Om reeds geziene leerstof uit de wetenschapsvakken te herhalen, is er een intro card voorzien. Deze intro card kan ingezet worden bij aanvang van het deel over de biologische zuivering. Met behulp van de vragen op de intro card frissen de leerlingen enkele begrippen op die belangrijk zijn in het verdere verloop van het project. Door gebruik te maken van de intro card kan de leerkracht beter inspelen op de beginsituatie van de leerlingen.

1. Verwondering/probleemstelling/onderzoeksvraag/hypothese

Verwondering

De leerkracht bespreekt de verwondering vanuit de bundel met de leerlingen. Hierbij wordt het verband tussen de voorgaande onderdelen duidelijk gemaakt. Tijdens het project hebben de leerlingen al kennisgemaakt met de plasticsoep en de mechanische zuivering. Bij het uitvoeren van de mechanische zuivering, hebben de leerlingen microplastics uit water moeten verwijderen. Nu komen we tot de conclusie dat ons water nog vervuild is met niet-zichtbaar vuil zoals chemische en biologische componenten. De leerlingen gaan onderzoeken hoe ze het ammoniumgehalte in het water kunnen laten dalen.

Onderzoeksvraag

De leerkracht overloopt met de leerlingen de onderzoeksvraag met deelvragen. Hierbij wordt extra uitleg gegeven zodat de leerlingen de vragen goed begrijpen. 'Op welk niveau bevindt de waterkwaliteit van het mechanisch gezuiverd afvalwater zich?' Hierbij kan je het verband leggen met de biotoopstudie waarbij ze de waterkwaliteit van een beek/waterloop/poel/... moeten onderzoeken op basis van biologische en chemische parameters. Het is de bedoeling dat de leerlingen de waterkwaliteit gaan verbeteren van het mechanisch gezuiverd afvalwater. Deelvraag 1: 'Hoe kunnen we de waterkwaliteit bepalen aan de hand van chemische milieufactoren?' Om de onderzoeksvraag te kunnen beantwoorden moeten de leerlingen eerst weten op welke manier ze de waterkwaliteit kunnen bepalen. Dit hebben ze al eens gedaan tijdens een biotoopstudie, ze gaan gebruik moeten maken van een testkit voor wateronderzoek. Hierbij gaan ze enkele chemische parameters meten en de waardes vergelijken met een waardentabel. Deelvraag 2: 'Hoe kan je op een biologische manier ammoniumverbindingen uit afvalwater verwijderen?' Dit gaan de leerlingen verder onderzoeken in de bundel zodat ze uiteindelijk een antwoord kunnen formuleren op deze vraag.

Hypothese

De leerlingen krijgen de opdracht om in hun groepje een hypothese te formuleren op de onderzoeksvraag met de deelvragen. Het is de bedoeling dat de leerlingen een zo volledig mogelijk antwoord formuleren. Maak duidelijk aan de leerlingen dat een hypothese fout mag en kan zijn. Het is een veronderstelling van wat je verwacht te gaan ontdekken tijdens het onderzoek. Na het opstellen van de hypothese door de verschillende groepjes ga je de antwoorden overlopen. Op deze manier krijgen de verschillende groepen nieuwe inzichten die ze daarvoor nog niet hadden.

2. Vragen stellen

De leerlingen gaan een aantal vragen moeten beantwoorden in hun groepje. De leerkracht overloopt de verschillende vragen met de leerlingen. De leerlingen mogen steeds gebruik maken van het internet om een antwoord of extra informatie op te zoeken. Bij de eerste vraag staat er ook een link en QR-code weergegeven, op deze manier is het zoekproces vergemakkelijkt voor de leerlingen. De leerlingen gaan de temperatuur van de testbak moeten meten, dit is een opdracht die eventueel even overgeslagen kan worden indien de testbak niet op voorhand is opgesteld. De leerlingen gaan dus ook een thermometer nodig hebben. Als de leerlingen klaar zijn met het beantwoorden van de vragen, dan wordt dit onderdeel klassikaal overlopen en besproken met de leerlingen. Laat de verschillende groepjes aan het woord om mogelijke verschillen waar te nemen.

3. Onderzoek ontwerpen

De leerlingen gaan het onderzoek dat ze gaan uitvoeren, moeten bestuderen. Hiervoor staan er verschillende vragen in de bundel. De leerkracht overloopt klassikaal de verschillende vragen die de leerlingen in hun groepje moeten beantwoorden. Daarna kunnen de leerlingen zelfstandig aan de slag gaan. Tijdens het beantwoorden van de vragen mogen de leerlingen gebruikmaken van het internet, het etiket van de bacteriën die gebruikt worden tijdens de proef en de werkwijze van de testen van de verschillende parameters. Deze informatie gaan ze nodig hebben om de werking van de proef en het verkregen resultaat te begrijpen.

4. Uitvoeren

De leerkracht gaat samen met de leerlingen aan de hand van het stappenplan in de bundel de proef opstellen. Het is voldoende als er één testbak wordt gemaakt voor de verschillende groepen samen. Indien je een grote klasgroep hebt, is het aangeraden om eventueel meerdere testbakken op te stellen of de hoeveelheid water te vermeerderen. Hou hierbij rekening dat de hoeveelheid ammoniumchloride ook moet aangepast worden zodat de concentratie steeds correct blijft.

Volg al de stappen in het stappenplan om de correcte opstelling te verkrijgen.

Tijdens de eerste meting (dag 0) is het de bedoeling dat iedere groep een meting doet van het niet-vervuilde water en de gemaakte oplossing in de testbak, hiervoor moeten ze gebruik maken van de ammonium-, nitriet- en nitraattest. Hou er steeds rekening mee dat iedere testkit een andere werkwijze kan hebben en dus ook een andere werktijd. Dit is belangrijk bij het indelen van de les.

Om het onderzoek optimaal te laten verlopen, moeten de leerlingen iedere dag een meting uitvoeren gedurende 1 week. Hieromtrent ga je als leerkracht afspraken moeten maken met de leerlingen. Je kan iedere dag één leerling aanduiden die de meting moet gaan uitvoeren tijdens de middagpauze. Om dit goed te laten verlopen is er een extra blad voorzien (zie bijlage). Dit blad moet bij de testbak gelegd worden zodat dit steeds ingevuld kan worden bij iedere meting die gebeurt buiten de lessen. De werkwijze staat genoteerd en er is een tabel voorzien waar de naam van de leerling ingevuld moet worden samen met het verkregen resultaat en de handtekening van de aanwezige leerkracht.

Op de laatste dag van de meting die tijdens de les gebeurt, zal opnieuw iedere groep de meting moeten uitvoeren zodat ze de werking van de tests onder de knie hebben.

5. Analyseren

De leerkracht overloopt het onderdeel 'analyseren'. De leerlingen gaan hun meetresultaten moeten noteren. Eerst gaan ze het resultaat van de referentieproef moeten noteren, dit is

in verband met de meting van het niet-vervuilde water. Daarna gaan de leerlingen de tabel moeten aanvullen met resultaten van de metingen die ze hebben uitgevoerd gedurende een week. Aan de hand van de resultaten bepalen de leerlingen het totale stikstofgehalte en het aandeel van elke parameter ten opzichte van het totale stikstofgehalte. Met behulp van deze resultaten gaan de leerlingen een lijngrafiek moeten maken, door de lijngrafiek wordt het resultaat visueel weergegeven. Op basis van de meetresultaten en de gemaakte grafiek, gaan de leerlingen in hun groep een interpretatie moeten schrijven. Ze gaan de gegevens moeten interpreteren, er een betekenis aan geven. 'Wat zien ze? Hoe komt het dat we dit resultaat hebben verkregen?' Op basis van de interpretatie kan er een besluit getrokken worden over de resultaten en het onderzoek. Dit noteren de leerlingen in hun bundel. Als de leerlingen de analyse hebben ingevuld, dan wordt de interpretatie en het besluit klassikaal besproken.

6. Besluit

Tot slot willen we graag nog een besluit formuleren op de onderzoeksvraag met de deelvragen. Hiervoor zijn enkele vragen genoteerd die de leerlingen moeten beantwoorden in hun groepje. De leerkracht overloopt samen met de leerlingen de vragen. Daarna krijgen ze even de tijd om de vragen te beantwoorden. Als de groepjes hiermee klaar zijn worden de antwoorden klassikaal besproken.

7. Conceptmap

De leerkracht neemt de conceptmap er opnieuw bij. Om de verbanden tussen de verschillende onderdelen duidelijk te maken, beantwoorden de leerlingen enkele vragen in groep. Daarna worden de antwoorden klassikaal besproken. Tot slot verduidelijkt de leerkracht de verbanden met behulp van de conceptmap. Eventueel kan er aan de leerlingen gevraagd worden om in eigen woorden de verbanden aan te halen tussen de verschillende onderdelen.

Ondersteunend materiaal voor leerlingen en leerkrachten:

Dit zijn verdere verwijzingen naar concreet lesmateriaal voor leerlingen, zoals werkblaadjes, en voor leerkrachten, zoals PowerPoint presentaties. Mogelijks zal hier al naar verwezen worden in de beschrijving leeractiviteiten. Bedoeling is dat je hier een link maakt naar de respectievelijke werkblaadjes, presentaties, etc.

Werkbundel: [Bijlage werkbundel waterzuivering](#)

Werkbundel lerarenversie: [Bijlage ingevulde werkbundel waterzuivering](#)

PowerPointpresentatie: [Bijlage PPT 5](#)

Document metingen: [Bijlage metingen uitvoeren tijdens de pauze](#)

Intro card: [Bijlage intro card biologische zuivering](#)

Website waterkwaliteit:

<https://www.bioplek.org/techniekaartenbovenbouw/techniek89wateronderzoek.html>

Reader:

Dit zijn verwijzingen naar voor de leerkracht interessante bronnen over deze bouwsteen met extra achtergrondinformatie (filmpjes, boeken, artikels, websites, etc.)

- <https://www.aquafin.be/en/node/880> (Biologische zuivering)
- <https://www.aquafin.be/nl-be/onderwijs/secundair-onderwijs/eerste-graad-secundair%20onderwijs> (Biologische zuivering)
- <http://chemieleerkracht.blackbox.website/wp-content/uploads/2020/05/Waterzuiveringss-tation.pdf> (Proef)
- <https://pcawater.com/nl/technologieen/biologische-waterbehandeling/nitrificatie-en-denitrificatie> (Bacteriën)
- <https://aquainfo.nl/ammoniak-naar-nitriet-nitrificatie/> (Bacteriën)

- <https://www.microbiologie.info/Temperatuur%20en%20levensmiddelen.html> (Bacteriën)
- <https://edepot.wur.nl/9527> (Nitrificatie)
- <https://emis.vito.be/nl/bbt/bbt-tools/selectiesystemen/wass/technieken/biologische-nutri-entverwijdering> (Nitrificatie)
- https://www.gemu-group.com/nl_BE/industrielle-wasseraufbereitung/anwendungsfaelle/klaerwerk-abwasser-belebungsbecken/ (Biologische zuivering)
- <https://www.bioplek.org/techniekkartenbovenbouw/techniek89wateronderzoek.html> (Waterkwaliteit meten en bepalen)
- <https://omgeving.vlaanderen.be/sites/default/files/2022-04/chemisch%20wateronderzoek%2014-18%20jaar%20handleiding.pdf> (Wateronderzoek)

ICT-tools: n.v.t.

Leerplandoelstellingen Katholiek Onderwijs, Biotechnieken: 2^{de} graad D/A-finaliteit: BRUSSEL D/2021/13.758/053

STEM-doelen:

- **LPD S1** De leerlingen passen een geschikte wetenschappelijke methode toe om kennis te ontwikkelen en om vragen te beantwoorden.
 - ET 6.29; ET 13.11; ET 13.12; ET 13.14; BK 2.15
- **LPD S2** De leerlingen analyseren natuurlijke en technische systemen aan de hand van verschillende STEM-concepten.
 - ET 6.30
- **LPD S3** De leerlingen gebruiken met de nodige nauwkeurigheid meetinstrumenten en hulpmiddelen om te observeren, te meten, te experimenteren en te onderzoeken in natuurwetenschappelijke, technologische en STEM-contexten.
 - ET 6.25; BK 2.2; BK 2.5

Biologie:

- **LPD B4** De leerlingen illustreren de positieve rol van micro-organismen binnen minstens twee domeinen.
 - ET 6.23
- **LPD B12** De leerlingen onderzoeken de invloed van verschillende factoren op de groei van bacteriën.
 - BK 2.6

Chemie:

- **LPD C22** De leerlingen passen massaprocent toe in betekenisvolle contexten.
 - CD 9.2.8
- **LPD C23** De leerlingen passen het verband toe tussen stofhoeveelheid enerzijds en molaire massa en molaire concentratie anderzijds.
 - CD 9.2.8

Labo- en productietechnieken

- **LPD L1** De leerlingen passen analysetechnieken toe om de aanwezigheid van stoffen in mengsels aan te tonen.
 - BK 2.3; BK 2.10
- **LPD L4** De leerlingen leggen het principe uit van zuivering van afvalwater, lucht of bodem.
 - BK 2.11



UCLL
HOGESCHOOL



Spectrum
college

EN JE KAN ALLE RICHTINGEN LUIJ



Metingen uitvoeren tijdens pauze



	Groep	Aanwezige lln.	Handtekening leerkracht
Dag 1		- - - -	
Dag 2		- - - -	
Dag 3		- - - -	
Dag 4		- - - -	
Dag 5		- - -	

		-	
Dag 6		- - - -	
Dag 7		- - - -	

Volg onderstaand stappenplan en noteer het gevraagde in de tabel onderaan dit blad.

- 1) Meng de oplossing in de testbak.
- 2) Voer de ammonium-, nitriet- en nitraattest uit op de oplossing in de testbak volgens het bijhorende stappenplan van deze indicatoren.
- 3) Maak een foto van de eindresultaten (cuvet met kleurschaal).
- 4) Noteer de resultaten in de tabel op de achterkant van dit blad.
- 5) Voeg 1 ml bacteriën toe aan de oplossing in de testbak en meng.
- 6) Ruim het materiaal op en laat de werkplaats netjes achter.
- 7) Vraag aan de leerkracht om een handtekening te plaatsen in bovenstaande tabel.

Resultaten metingen				
mg/l	Dag 1	Dag 2	Dag 3	Dag 4
ammonium				
nitriet				
nitraat				

Resultaten metingen			
mg/l	Dag 5	Dag 6	Dag 7
ammonium			

nitriet			
nitraat			



Intro card



Naam:

Welke formule gebruik je voor het berekenen van de **massaconcentratie** van een oplossing?

Welke formule gebruik je voor het berekenen van de **molaire concentratie** van een oplossing?

Bereken de massaconcentratie en de molaire concentratie als je weet dat 0,5 g NaOH in 2 l water is opgelost.

