

## Een oceaan vol plastic

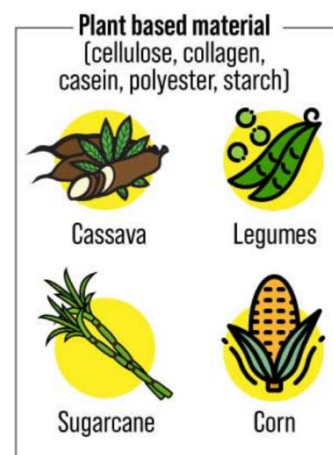
### Bioplastic maken

#### Leerkrachtenversie

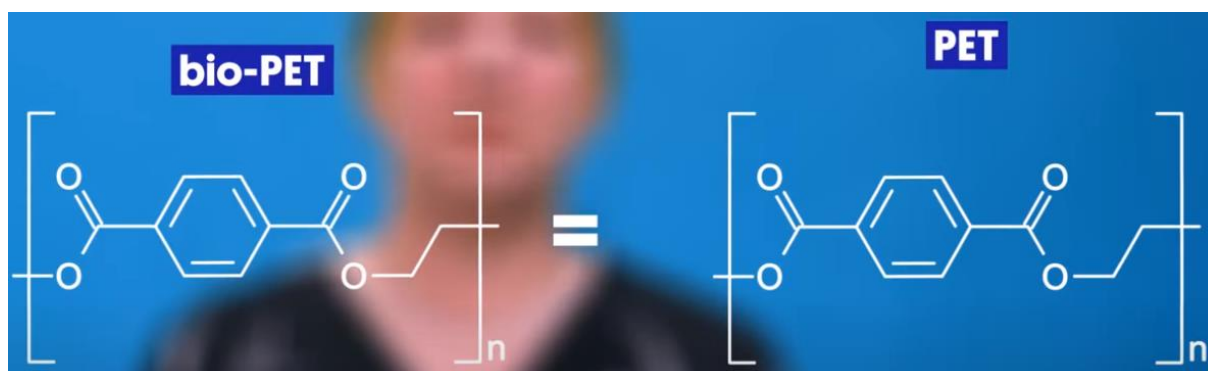
*Plastic is een product dat niet weg te denken is uit ons leven. Het is een stof met zeer veel toepassingen waardoor men het ook vaak als wegwerpproduct gebruikt. Via volgende proeven willen we leerlingen laten kennismaken met de eigenschappen van plastic of met de milieuproblemen hieraan gelinkt. Als leerkracht kan je een bepaalde invalshoek kiezen (biologie, chemie, fysica, aardrijkskunde, wiskunde) om dit onderwerp te bespreken. De proeven staan dus los van elkaar.*

Tegenwoordig treffen we ook meer en meer 'bioplastics' aan. Deze term gebruiken fabrikanten zowel voor 'biobased' als voor 'biodegradeerbaar' plastic, nochtans twee verschillende zaken. Dit is verwarrend voor de consument.

Allereerst 'biobased' plastic. Hier gaat het om kunststoffen afgeleid uit hernieuwbare grondstoffen: maïs, suikerriet, suikerbieten, tarwe of aardappelen i.p.v. uit petroleum (figuur 1). De term 'bioplastic' doet de consument geloven dat het gebruik ervan positief is voor het milieu. Het klinkt alsof bioplastic ook automatisch biodegradeerbaar is, afbreekbaar door schimmels en bacteriën tot de afzonderlijke bouwstenen of atomen. Maar dit is niet noodzakelijk zo. De chemische structuur is vaak dezelfde als bij 'klassiek' plastic (figuur 2). Daarom zal dit niet makkelijker afbreken dan de aardolievariant.



Figuur 1: Bioplastic wordt gemaakt uit hernieuwbare grondstoffen (©The Asian Post).



Figuur 2: De chemische structuur van plastic uit aardolie en bioplastic is vaak dezelfde (©Universiteit van Vlaanderen).

'Biodegradeerbaar' plastic daarentegen kan wel door micro-organismen afgebroken worden tot eenvoudigere moleculen en atomen. Het kan zowel 'biobased' zijn als van aardolie afkomstig. Dit afbreken gebeurt echter niet zomaar in de vrije natuur, maar wel bij een bepaalde temperatuur en

een bepaalde hoeveelheid vocht. Het composteringsproces vereist een hoge temperatuur ( $>50^{\circ}\text{C}$ ), wat je op een industriële compostsite kan verkrijgen maar niet zomaar in je tuin, laat staan in zee. Wanneer het op een stortplaats terechtkomt, breekt het niet af. Hetzelfde geldt voor biodegradeerbaar plastic dat in de oceaan terechtkomt: dat gedraagt zich daar net hetzelfde als 'klassiek' plastic. Dit kunnen we dus niet zien als een oplossing voor de 'plastic soep'. Er is geen enkel type biodegradeerbaar plastic op de markt dat snel afbreekt in de natuur.



Figuur 3: Pesticiden als sproeimiddel wordt vaak gebruikt in landbouw (©Juglen Zwaan).

Verder leeft ook de discussie of het ethisch is in een wereld met voedselschaarste, voedingsgewassen te gebruiken om kunststof te produceren. De milieu-impact hangt ook af van het al dan niet gebruik van pesticiden als sproeimiddel en van het watergebruik (figuur 3).

Tenslotte moeten we ook uitgestoten broeikasgassen bij het productie- en afbraakproces in rekening nemen. De  $\text{CO}_2$  die vrijkomt bij het composteringsproces is in evenwicht met wat de plant eerder opnam tijdens de groei. Het gaat immers niet om koolstof die miljoenen jaren weggestopt zat in de aardkorst onder de vorm van petroleum. Maar omdat ook de

oogstvoertuigen en fabrieken die het bioplastic maken,  $\text{CO}_2$  uitstoten, kan je plastic van hernieuwbare bronnen niet  $\text{CO}_2$ -neutraal noemen. Meer nog, de  $\text{CO}_2$ -afdruk van biobased plastic is hoger dan van klassiek plastic omdat het omzetten van plantaardig materiaal naar plastic meer energie vergt dan het omzetten van olie naar plastic. Hierin schuilt dus ook niet de 'grote' oplossing.

Bioplastics worden veeleer gemaakt als alternatief om plastic te maken zonder gebruik te moeten maken van aardolie. Het voordeel van biodegradeerbaar plastic kan wel een betere recyclage zijn. Belangrijk is dat de consument goed kijkt waar het afval thuishoort (gft, pmd of restafval).

**Tijdsduur:** een lesuur

**Niveau:** eerste of tweede graad middelbaar

**Videomateriaal voor deze proef is beschikbaar op de Planeet Zee website.**

### Optie 1: Citroenzuur en glycerol

Citroenzuur is een organisch zuur dat in citrusvruchten voorkomt. Glycerol komt van nature in het menselijk lichaam voor. Het vormt een belangrijk bestanddeel van triglyceriden (vetten die energie opleveren) en van fosfolipiden (bouwelementen van celmembranen).

*Glycerol en citroenzuur worden onderling met elkaar verbonden tot een langer polymeer via de afsplitsing van water. Het gevormde polymeer is een afbreekbaar polyester.*

#### Materiaal:

- Citroenzuur\* ( $C_6H_8O_7$ )
- Glycerol\*\* ( $C_3H_8O_3$ )
- Maatbeker 150 ml
- Balans
- Pipet 10 ml
- Peer
- Verwarmplaat
- Thermometer
- Roerstaaf
- Silicone bakvorm
- Oven
- Ovenwanten

*\*Citroenzuur mag volgens de COS-brochure (november 2019) vanaf de eerste graad gebruikt worden. Afvalcode WGK1: verwijderen via de gootsteen. H319: Veroorzaakt ernstige oogirritatie. P305+351+338: Bij contact met de ogen: voorzichtig afspoelen met water gedurende een aantal minuten; contactlenzen verwijderen, indien mogelijk; blijven spoelen.*

*\*\*Glycerol mag volgens de COS-brochure (november 2019) vanaf de eerste graad gebruikt worden. Afvalcode: WGK1: verwijderen via de gootsteen.*

#### Procedure:

- Weeg 18 g citroenzuur af in een maatbeker.
- Voeg met behulp van een peer en pipet 7 ml glycerol toe.
- Plaats de maatbeker met dit mengsel op een verwarmplaat.
- Verwarm al roerend het mengsel tot 100°C (thermometer).
- Houd het mengsel tussen 100 en 130°C gedurende 5 tot 10 minuten. Blijf roeren.
- Breng het vloeibare polymeer in een silicone bakvorm.
- Plaats de bakvorm in een voorverwarmde oven op 180°C voor 30 minuten.
- Wacht tot het polymeer afgekoeld is om het uit de bakvorm te halen.

## Optie 2: Zetmeel en glycerol

Zetmeel is een polymeer of een lange reeks van glucosemoleculen. Planten gebruiken het als reservevoedsel. Het kan geëxtraheerd worden uit bv. tarwe, maïs of aardappelen. Glycerol komt van nature in het menselijk lichaam voor. Het vormt een belangrijk bestanddeel van triglyceriden (vetten die energie opleveren) en van fosfolipiden (bouwelementen van celmembranen). Azijnzuur komt eveneens in het menselijk lichaam voor. Bepaalde bacteriën (*Acetobacter*) kunnen alcohol (uit bv. vergiste drank) omzetten tot azijnzuur.

### Materiaal:

- Zetmeel\* ( $C_6H_{10}O_5$ )<sub>n</sub>
- Glycerol\*\* ( $C_3H_8O_3$ )
- Azijn\*\*\* ( $CH_3COOH$ )
- Gedestilleerd water
- Maatbeker 100 ml
- Balans
- Maatcilinder
- Verwarmplaat of bunsenbrander, driepikkel en draadnet
- Roerstaaf
- Silicone bakvorm
- Ovenwanten
- Eventueel een oven

\*Zetmeel mag volgens de COS-brochure (november 2019) vanaf de eerste graad gebruikt worden.  
Afvalcode WGK0: verwijderen via de gootsteen.

\*\*Glycerol mag volgens de COS-brochure (november 2019) vanaf de eerste graad gebruikt worden.  
Afvalcode: WGK1: verwijderen via de gootsteen.

\*\*\*Azijnzuur (concentratie <10%) mag volgens de COS-brochure (november 2019) vanaf de eerste graad gebruikt worden. Afvalcode: WGK1: verwijderen via de gootsteen.

### Procedure:

- Weeg 2,5 g zetmeel af in een maatbeker.
- Voeg met behulp van een maatcilinder 2 ml glycerol toe.  
*Dit houdt het amylopectine uit zetmeel ook na het drogen vervormbaar.*
- Voeg vervolgens 2 ml azijnzuur toe.  
*Dit zorgt ervoor dat amylopectine vervormbaar wordt.*
- Voeg tenslotte 25 ml gedestilleerd water toe.
- Plaats de maatbeker met dit mengsel op een verwarmplaat.
- Verwarm al roerend tot het zetmeel en de glycerol volledig zijn opgelost. Laat het mengsel een vijftal minuten doorkoken.
- Breng het vloeibare polymeer in een silicone bakvorm en laat het enkele dagen aan de lucht drogen of enkele uren in een oven bij 60-70°C.

### Optie 3: De invloed van glycerol nagaan op de treksterkte van bioplastic

Hier stellen we ons de onderzoeksvraag wat de invloed is van het toevoegen van verschillende hoeveelheden glycerol op de treksterkte (trekbelastbaarheid) van het bioplastic.

Zetmeel is een polymeer of een lange reeks van glucosemoleculen. Planten gebruiken het als reservevoedsel. Het kan geëxtraheerd worden uit bv. tarwe, maïs of aardappelen.

Glycerol komt van nature in het menselijk lichaam voor. Het vormt een belangrijk bestanddeel van triglyceriden (vetten die energie opleveren) en van fosfolipiden (bouwelementen van celmembranen). Azijnzuur komt eveneens in het menselijk lichaam voor. Bepaalde bacteriën (*Acetobacter*) kunnen alcohol (uit bv. vergiste drank) omzetten tot azijnzuur.

#### Materiaal:

- Zetmeel\* ( $C_6H_{10}O_5$ )<sub>n</sub>
- Glycerol\*\* ( $C_3H_8O_3$ )
- Azijn\*\*\* ( $CH_3COOH$ )
- Gedestilleerd water
- Maatbeker 100 ml (4)
- Balans
- Maatcilinder
- Verwarmplaat of bunsenbrander, driepikkel en draadnet
- Roerstaaf
- Silicone bakvorm
- Ovenwanten
- Eventueel een oven

*\*Zetmeel mag volgens de COS-brochure (november 2019) vanaf de eerste graad gebruikt worden. Afvalcode WGK0: verwijderen via de gootsteen.*

*\*\*Glycerol mag volgens de COS-brochure (november 2019) vanaf de eerste graad gebruikt worden. Afvalcode: WGK1: verwijderen via de gootsteen.*

*\*\*\*Azijnzuur (concentratie <10%) mag volgens de COS-brochure (november 2019) vanaf de eerste graad gebruikt worden. Afvalcode: WGK1: verwijderen via de gootsteen.*

#### Procedure:

- Weeg 2,5 g zetmeel af in een maatbeker. Doe dit viermaal.
- Voeg met behulp van een maatcilinder verschillende hoeveelheden glycerol toe aan de verschillende maatbekers: bv. 1, 5, 10 en 25 ml.  
*Glycerol houdt het amylopectine uit zetmeel ook na het drogen vervormbaar.*
- Voeg vervolgens 2 ml azijnzuur toe aan elke maatbeker.  
*Dit zorgt ervoor dat amylopectine vervormbaar wordt.*
- Voeg tenslotte 25 ml gedestilleerd water toe aan elke maatbeker.
- Plaats elke maatbeker op een verwarmplaat.
- Verwarm al roerend tot het zetmeel en de glycerol volledig zijn opgelost. Laat het mengsel een vijftal minuten doorkoken.
- Breng het vloeibare polymeer in een silicone bakvorm en laat het enkele dagen aan de lucht

drogen of enkele uren in een oven bij 60-70°C.

Test vervolgens de treksterkte van de vier gemaakte stukken bioplastic door aan het stukje te trekken. Wat observeer je?

*Hoe meer glycerol we gebruikten om bioplastic te maken, hoe meer vervormbaar het bioplastic is maar hoe minder treksterkte het heeft.*

Reflectie (optie 1-3)

In dit experiment maak je een mengsel met andere eigenschappen dan de oorspronkelijke stoffen. Glycerol is een viskeuze stof ('stroperig'), het mengsel van glycerol met de andere stof(fen) initieel niet. Je merkt dat het mengsel opnieuw viskeuzer wordt bij opwarmen. Het uiteindelijke bioplastic is harder en licht plooibaar.

Het maken van bioplastic kan je vergelijken met het maken van 'klassiek' plastic uit ruwe olie. Deze laatste bestaat uit koolwaterstoffen die men aan elkaar linkt tot polyethyleen (het meest voorkomende plastic). Van vloeibare olie maak je dus een vaste stof. Wij maken hier ook een polymeer met andere eigenschappen, vertrekkende van een vloeistof.

Om de afbraaksnelheid van bioplastic na te gaan, verwijzen we naar de opdracht 'Afbraaksnelheid van bioplastic nagaan'. Je kunt de afbraak van het zelfgemaakte bioplastic vergelijken met de afbraak van bioplastic uit de winkel en met de afbraak van plastic vervaardigd uit petroleum.