



DE NATUURLIJKE ECONOMIE

Hoe maakt de natuur materialen?



Erasmus+



LEEFTIJD

12–15



DUUR

Voorbereiding:

Varieert (10 - 20 minuten per activiteit); Activiteit 1 vereist pre-planning en de aankoop van apparatuur.

Activiteit:

30 - 40 minuten per activiteit (vier activiteiten in totaal).



KERNWOORDEN

Biofabricage; circulaire economie; mycelium.

SAMENVATTING

In de natuurlijke wereld worden alle materialen gemaakt met behulp van lokale bronnen; organismen doen dit bij kamertemperatuur en druk. Zodra de materialen niet meer worden gebruikt, worden ze biologisch afgebroken tot hun basiselementen. Mensen doen dingen anders. Ze graven mineralen op en gebruiken daarbij hoge temperaturen en hoge druk om er bruikbare materialen van te maken. Deze worden na gebruik vaak weggegooid en kunnen niet gemakkelijk opnieuw worden gebruikt. We zouden kunnen zeggen dat de natuur materialen produceert met behulp van een circulaire economie, terwijl de mens een lineaire economie heeft. Deze module onderzoekt hoe we van de natuur kunnen leren om de materialen die we nodig hebben duurzaam te produceren.

BIOMIMICRY PRINCIPES



1. De natuur draait op zonlicht
2. De natuur gebruikt alleen de energie die ze nodig heeft
3. De natuur gebruikt de vorm die bij de functie past
4. De natuur recyclet alles
5. De natuur belooft samenwerking
6. De natuur steunt op diversiteit
7. De natuur vereist lokale expertise
8. De natuur streeft naar balans
9. De natuur benut de kracht van beperkingen

LEERDOELEN

- Leerlingen kunnen biomimicry principes toepassen in een ontwerp.
- Leerlingen kunnen heroverwegen hoe producten worden gemaakt.
- Leerlingen begrijpen hoe de natuur kan worden nagebootst in menselijk ontwerp.
- Leerlingen begrijpen hoe biomimicry principes kunnen worden toegepast.

LEERRESULTATEN

- Leerlingen onderzoeken de impact van door mensen ontworpen producten.
- Leerlingen stellen vragen en onderzoeken antwoorden.
- Leerlingen onderzoeken hoe de natuur materialen maakt.
- Leerlingen creëren een product op basis van biomimicry principes en evalueren het.
- Leerlingen presenteren hun resultaten.

VAKKEN

Deze module kan flexibel worden ingezet binnen het curriculum om kernkennis over Biologie, Natuurkunde, Scheikunde en Ontwerp & Technologie te ondersteunen en competenties te ontwikkelen voor wetenschappelijk werken. Het leren sluit aan bij de Sustainable Development Goals en biedt een bredere context voor het leren. Het is geschikt om aan te passen als STEAM activiteit.

	• etenschappelijk werken
<p>.....</p> <p>• • • • ie •</p> <p>Ecosystemen</p> <ul style="list-style-type: none"> organismen zijn onderling afhankelijk en zijn aangepast aan hun omgeving positieve en negatieve menselijke interacties met ecosystemen. <p>Relaties in een ecosysteem</p> <ul style="list-style-type: none"> hoe organismen hun omgeving beïnvloeden en erdoor worden beïnvloed, inclusief de ophoping van giftige stoffen. <p>Natuurkunde</p> <p>Energieveranderingen en overdracht</p> <ul style="list-style-type: none"> verwarming en thermisch evenwicht: temperatuurverschil tussen twee objecten die leidt tot energieoverdracht van de warmere naar de koelere, door contact (geleiding) of straling; dergelijke overdrachten hebben de neiging om het temperatuurverschil te verminderen: gebruik van isolatoren. <p>Energie</p> <ul style="list-style-type: none"> energieveranderingen in een systeem met verwarming, werk verrichten met krachten of met elektrische stroom: berekenen van de opgeslagen energieën en energieveranderingen. behoud van energie in een gesloten systeem, dissipatie. het berekenen van de energie-efficiëntie voor eventuele energieoverdrachten. hernieuwbare en niet-hernieuwbare energiebronnen die op aarde worden gebruikt, veranderingen in de manier waarop deze worden gebruikt. <p>Scheikunde:</p> <p>Chemische en aanverwante industrieën</p> <ul style="list-style-type: none"> levenscyclus analyse en recycling om de milieueffecten van alle levensfasen van een product te beoordelen de haalbaarheid van recycling van bepaalde materialen. <p>Ontwerp.....ie en Techniek:</p> <ul style="list-style-type: none"> Technische principes (links met de meeste gebieden). Ontwerp- en maakprincipes (links met de meeste gebieden). Ontwerpen, Maken, Evalueren (verbanden met de meeste gebieden). 	<p>Leerlingen die deze module met succes hebben voltooid, hebben de mogelijkheid gehad om toegang te krijgen tot deze verklaringen:</p> <p>.....</p> <p>Zie Bijlage 1 voor volledige verklaringen.</p>

BIOLEARN COMPETENTIES

- Leerlingen zijn in staat om functioneel ontwerp in de natuur te identificeren, een groter bewustzijn en waardering te ontwikkelen voor uitmuntende ontwerpen in de natuur, en waarderen hoe de natuur werkt als een systeem dat elegant en nauw met elkaar verbonden is.
- Leerlingen zijn in staat belangrijke behoeften en kansen te identificeren die kunnen worden aangepakt door middel van ontwerpinnovatie voor producten, processen en systemen.
- De leerlingen kunnen de gevolgen van het toepassen van biomimicry-oplossingen (waarden) inschatten.
- Leerlingen zijn meer gemotiveerd om STEAM te leren en ervaren dat kennis van STEAM breed kan worden gebruikt.
- Leerlingen raken meer vertrouwd met beroepen en onderzoeksthema's die betrekking hebben op door de natuur geïnspireerde duurzaamheid en technologische innovatie, die hun keuzes in postsecundair onderwijs en loopbanen kunnen bepalen.

SAMENVATTING VAN DE ACTIVITEITEN

	Naam Activiteit	Korte beschrijving	Methode	Duur	Locatie
1	Gegroeid om opnieuw te kunnen groeien	Leerlingen gebruiken mycelium om een product te laten groeien	• Experiment	2 x 40 plus groeitijd voor mycelium	Binnen
2	Is dit de toekomst?	Leerlingen onderzoeken nieuwe en opkomende toepassingen voor biofabricage.	• Groeps werk	40	Binnen
3	Als de natuur de oplossing is, wat is dan het probleem?	Leerlingen bevragen de inhoud van een korte video om te begrijpen waarom verandering nodig is.	• Groepswerk	30	Binnen
4	Overstappen naar een circulaire economie	Leerlingen bekijken waarom verpakking een probleem is en wat de hoofdoorzaken kunnen zijn	• Groepsdiscussie	40	Binnen

OVERZICHT VAN DE MODULE

ACHTERGROND VOOR DOCENTEN

De meeste milieuprogramma's beginnen met het stellen van een probleem en leiden vervolgens de leerlingen naar een antwoord. Deze module begint met het aanbieden van een oplossing en vervolgens te vragen wat het probleem is. Ons onderliggende doel om de module op deze manier in te kaderen, is om leerlingen meer creativiteit te bieden.

Verwacht wordt dat leerlingen al bekend zijn met de principes van biomimicry. Als je de principes nog niet eerder aan leerlingen hebt geïntroduceerd, gebruik dan de 'Inleiding tot Biomimicry' van de BioLearn-website om de principes te introduceren.

De module gebruikt mycelium als een focus om te heroverwegen hoe mensen materialen maken. Mycelium is het ondergrondse wortelstelsel van schimmels en paddenstoelen. Mensen gebruiken mycelium al eeuwenlang als gist bij het brouwen en meer recentelijk bij het produceren van producten zoals biobrandstoffen uit maïs. In tegenstelling tot gist is mycelium echter meercellig en kan het uitgroeien tot structuren van macro-formaat, net zoals cellen in ons lichaam botten bouwen. Terwijl mycelium groeit, vormt het een dicht netwerk van lange, microscopisch kleine vezels die als een supersnelwegstelsel door de grond groeien. Dit 'wood wide web' transporteert voedingsstoffen tussen planten en elektrische en biochemische signalen. Er valt nog veel te leren; een bruikbare samenvatting is te vinden op www.bbc.co.uk/earth/story/20141111-plants-have-a-hidden-internet.

Mensen kunnen ingrijpen in de myceliumnetwerken. In plaats van mycelium paddenstoelen te laten produceren, kan het worden 'overgehaald' om voorspelbare structuren te bouwen met behulp van schimmels en droog substraat zoals houtsnippers. Dit proces van biofabricage kan worden gebruikt om letterlijk alles te laten groeien, van verpakkingen en constructiematerialen tot plantaardig voedsel... allemaal ter vervanging van schadelijke kunststoffen uit het milieu. In deze module zullen leerlingen leren dat dit niet hypothetisch is, aangezien ze hun eigen myceliumstructuur laten groeien.

Activiteit 1 biedt uitstekende kansen voor Ontwerp & Technologie. In het vak natuurkunde kunnen leerlingen isolatieplaten laten groeien met mycelium en hun thermische eigenschappen testen (zie www.biohm.co.uk/mycelium). Dit zou verder kunnen worden gedaan om de effectiviteit van myceliumisolatie in huizen te evalueren door eenvoudige modelhuizen te bouwen die zijn uitgerust met de myceliumisolatieplaten; links naar het bouwen van proefwoningen zijn:

- www.designcoalition.org/kids/energyhouse/pdfs/experiments.pdf – simpel design;
- www.en.seacs.eu/energy-house-kit-secondary-primary-schools/4 – meer complex.
- Een van de eerste uitvinders van de technologie: https://ecovatedesign.com/

Tijdens de lessen maken leerlingen kennis met de begrippen functie en strategie. Het is belangrijk om duidelijk te zijn over deze termen. We bieden de volgende definities; zie ook de Begrippenlijst:

Functionies: In biomimicry verwijst een functie naar de aanpassingen van een organisme die het helpen te overleven. Het doel van berenvacht is bijvoorbeeld om warm te blijven, in technische termen is de functie om warmte vast te houden (isolatie). Een blad is gemaakt om fotosynthese te kunnen doen, dus een functie van een blad is om 'zonne-energie om te zetten in suiker'. Een blad kan ook biologisch afgebroken worden, een andere functie is dus 'afbreken tot herbruikbare componenten'. Menselijke producten hebben ook functies; een waterkoker heeft de functies om zowel water te bevatten als water te verwarmen (de fysieke toestand wijzigen). Kort gezegd is een functie 'wat het doet'.

Strategie: Organismen voorzien in functionele behoeften door middel van biologische strategieën. Dit is een kenmerk, mechanisme of proces dat de functie voor hen vervult. In het berenvoorbeeld is vacht (bont) de strategie voor het leveren van isolatie. In een ketel wordt elektrische energie omgezet in fysieke warmte die de temperatuur van water verandert. Kort gezegd is een strategie 'hoe het werkt'.

Gezondheid en Veiligheid

Er moet passende aandacht worden besteed aan gezondheid en veiligheid bij het werken in de buitenlucht, maar dit zou het regelmatig gebruik van de outdoor leeromgeving niet moeten beperken.

DETAILS ACTIVITEIT



LOCATIE
Binnen

1 | GEGROEID OM OPNIEUW TE GROEIEN

» **CREEREN**



**GEREEDSCHAP
EN MATERIAAL**

- Zie weblink voor details —
(<https://www.grown.bio/shop/>).
- W1.1 evaluatie wiel



VOORBEREIDING

Koop myceliumsubstraat vooraf via <https://www.grown.bio/shop/>. Het is mogelijk om JE eigen myceliumsporen te kweken of goedkoper aan te schaffen (zie pag. 7).

Deze activiteit is gebaseerd op het gebruik van mycelium als medium voor kweekstructuren. In menselijke systemen hebben we de neiging om materialen te maken en vervolgens na te denken over hoe we met afvalproducten moeten omgaan. De natuur doet de dingen anders, ze begint met een duurzaam materiaal (chitine, cellulose, enz.) En vervolgens zorgt evolutie ervoor dat er nuttige dingen van gemaakt kunnen worden. Deze activiteit bootst dit proces na door te beginnen met een duurzaam materiaal (mycelium) en leerlingen te vragen wat ze ervan kunnen maken. Het is onze bedoeling om de module op deze manier in te kaderen, om leerlingen meer creativiteit te bieden.

De volgende video van Mycoworks biedt een goede start voor leerlingen; het legt uit hoe mycelium door bedrijven wordt gebruikt om structuren voor commerciële producten te laten groeien: www.youtube.com/watch?v=VWQznqpy3Ss&feature=emb_logo

Andere video's en informatie om met leerlingen te delen zijn hier te vinden: www.thegreentemple.net/articles/mycelium-the-future-is-fungi.

Dit is een heel open activiteit. Het doel is om leerlingen uit te dagen om een product te maken op basis van biomimicry principes. In plaats van de leerlingen te vragen een specifieke uitdaging aan te gaan, wordt er een open vraag gegeven:

"Wat kun je maken van mycelium?" Dit kan een specifiek product zijn of simpel 'iets nuttigs'.

De onderstaande omkaderde tekst geeft details over hoe leerlingen hun eigen materiaal kunnen maken met behulp van mycelium. Door materiaal op deze manier te laten groeien, kan het worden gevormd tot een reeks verschillende producten: etui, onderzetter, bekerhouder, isolatie, enz. Een snelle zoekactie naar afbeeldingen met de term 'myceliumproducten' levert veel voorbeelden op om leerlingen te inspireren.

En natuurlijk veel nuttige video's zoals deze: <https://www.youtube.com/watch?v=Hn8SwpZiemo&list=PLNtVHW6WqcLmqLsKFF55KNxbGmJloHu3q&index=3&t=26s>.

Nadat de leerlingen hun product hebben gemaakt, kun je het evaluatiewiel in W1.1 gebruiken om de resultaten te beoordelen en verbeteringen voor te stellen.

DETAILS ACTIVITEIT

Mycelium Kits en substraat

Kits zijn gemakkelijk verkrijgbaar via <https://www.grown.bio/shop/>. Je kunt een bouw pakket met mallen kopen, hoewel het relatief eenvoudig is voor leerlingen om mallen te maken van karton en zo meer creativiteit te bieden. We raden de GIY-hennepkit aan als de eenvoudigste manier om te beginnen

Een stapsgewijze instructie handleiding is hier te vinden:

https://www.grown.bio/wp-content/uploads/2020/07/GIY_Manual_GrownBio.pdf.

Of probeer deze video:

https://www.grown.bio/wp-content/uploads/2020/07/Grow-It-Yourself-GIY-Mycelium-with-Grown.Bio_.mp4.

Eenmaal geïnspireerd is er hier nog veel meer te onderzoeken:

<https://materiom.org/rec-ipe/200>.

Paddestoelenbroedkan kan hier worden gekocht:

<https://www.homegreen.nl/paddenstoelen-broed/> Dit zal minder duur zijn, maar vereist een geschikt substraat om het mycelium afzonderlijk te laten bevolken.

Als alternatief voor het gebruik van mycelium is het produceren van bioplastics een optie; zie bijvoorbeeld www.instructables.com/Make-Your-Own-Bioplastics/. Dit is waarschijnlijk minder duur dan het kopen van myceliumkits.

Leerlingen die geïnteresseerd zijn om dit hele gebied verder te verkennen, willen misschien het "The Materials Experience" Lab (<http://materialexperiencelab.com/>) verkennen, dat enkele eenvoudige ideeën illustreert; Bekijk in het bijzonder deze projecten: <http://materialexperiencelab.com/master-graduation-projects-overview>.

DETAILS ACTIVITEIT



LOCATIE

Binnen

2| IS DIT DE TOEKOMST?

» ONTDEKKEN



GEREEDSCHAP EN MATERIAAL

- toegang tot internet
- [W2.1](#) biogefabriceerde materialen



VOORBEREIDING

Zorg voor internet toegang

Producten maken door ze te laten groeien met mycelium is een van de vele mogelijkheden voor biofabricage. Deze activiteit vraagt leerlingen om onderzoek te doen naar biofabricage. Misschien wil je beginnen met de volgende definitie van biofabricage aan te bieden (of laat leerlingen er een vinden):

"Het genereren van producten met behulp van een structurele organisatie van levende cellen, moleculen, weefsels en andere biomaterialen." Met andere woorden, materialen telen met behulp van natuurlijke processen. Een veel gedetailleerdere definitie vind je bij het Institute of Physics (<https://physicsworld.com/a/how-do-you-define-biofabrication-today/>).

Begin met de leerlingen te vragen om vier veelvoorkomende door mensen gemaakte materialen op te noemen die ze dagelijks gebruiken. Voorbeelden zijn o.a. plastic, stof, leer, metaal, beton. Een algemene lijst is voldoende. Vraag de leerlingen vervolgens via internet te zoeken of er biofabriceerde voorbeelden van deze materialen zijn. Er zijn veel websites die dit onderwerp verkennen en zoeken op de term 'biofabricage' en het materiaaltype zal een goede lijst onthullen. Enkele algemene websites worden hieronder vermeld:

- www.healthymaterialslab.org/
- www.modernmeadow.com/
- www.dezeen.com (zoek binnen de site naar veel voorbeelden).

Vraag de leerlingen voor elk van hun vier voorbeelden het natuurlijke proces te identificeren dat wordt nagebootst om het biofabriceerde materiaal te maken. Een voorbeeld is hennepbeton, een bouwsteen gemaakt van hennep, kalk en die actief CO₂ opneemt tijdens de fabricage (www.iso hemp.com/en/hemp-blocks-naturally-efficient-masonry).

Vraag de leerlingen aan de hand van een vergelijkbare tabel [W2.1](#), om de voor- en nadelen van elk bio-gefabriceerd materiaal te onderzoeken. Kan een biofabricage-materiaal de huidige materialen vervangen?

UITBREIDING

: sommige leerlingen willen misschien verder gaan in het onderzoeken van hoe biomimicry-denken een duurzamere fabricage van materialen bevordert. Vraag de leerlingen voor elk voorbeeld dat ze hebben geselecteerd na te denken over de functie die wordt nagebootst en de strategie om dit te bereiken (zie 'Achtergrond voor docenten') voor definities van functie en strategie.

DETAILS ACTIVITEIT



LOCATIE
Binnen

3| ALS DE NATUUR DE OPLOSSING IS, WAT IS DAN HET PROBLEEM?

» VRAAG



**GEREEDSCHAP
EN MATERIAAL**

- toegang tot internet
- projector en pc
- Circulaire Economie presentatie ppt
- [W3.1 De Bono denkhoeden](#)



VOORBEREIDING

Tref voorbereidingen om een videoclip te laten zien; [circulaire economie presentatie](#).

In de eerste activiteit ervoeren leerlingen dat de natuur kan worden aangewend om materialen te kweken die geschikt zijn voor menselijk gebruik. Bij de tweede activiteit ontdekten ze dat biofabricage een groeiende industrie is. Een legitieme vraag van leerlingen zou kunnen zijn "en wat?" De onderstaande activiteit vraagt leerlingen om de inhoud van een korte video over de circulaire economie te bevragen met behulp van de De Bono denkhoedentechniek.

Je zou deze activiteit kunnen starten door een afbeelding te laten zien van hoe mensen steeds meer materialen gebruiken. Zie www.eea.europa.eu/data-and-maps/figures/global-to-tal-material-use-by.

Laat dan de volgende korte video zien waarin de lineaire en circulaire economie wordt uitgelegd. Leg voordat je de video laat zien uit dat leerlingen de De Bono denkhoedentechniek zullen gebruiken om kritische vragen te stellen n.a.v. de video.

DE BONO DENKHOEDEN: Verdeel de leerlingen in groepen volgens een 'denkhoeden'-perspectief, zodat ze de video en de implicaties voor de economie dieper kunnen analyseren. Dit is een hulpmiddel voor kritisch denken, ontwikkeld door Edward De Bono. Het omvat het gebruik van een 'hoed' (metaforisch of echt) om het nadenken over een probleem met een specifieke focus aan te moedigen. Er zijn in totaal zes denkhoeden waarbij elke hoed een andere focus biedt (zie leerling werkblad [W3.1](#)).

Uitleg over de circulaire economie en hoe de samenleving anders over vooruitgang kan denken (www.youtube.com/watch?v=zCRKvDyyHml – 3:48 minutes)

Elk van de 'hoedengroepen' koppelt hun resultaten terug aan de hele groep. Als vervolg- of huiswerktaak kun je de leerlingen vragen om een poster te maken op basis van hun denkhoeden - leerlingen documenteren de discussies over hun denkhoeden in de vorm van een poster. Dit delen ze met de rest van hun klas.

Eindig met de [circulaire economie presentatie](#) om het belangrijkste verschil tussen een lineaire en circulaire economie te bekijken (zie afzonderlijk bestand).

UITBREIDING

sommige leerlingen willen dit hele gebied misschien verder verkennen. Hier zijn enkele uitgangspunten:

- The circular economy is being actively pursued in Europe – https://ec.europa.eu/environment/green-growth/index_en.htm
- Create your own action plan (Figure 4 is especially useful) – <https://www.eea.europa.eu/themes/waste/resource-efficiency/textiles-in-europe-s-circular-economy>

DETAILS ACTIVITEIT



LOCATIE
Binnen

4| OVERSTAPPEN NAAR EEN CIRCULAIRE ECONOMIE

» VRAAG



GEREEDSCHAP
EN MATERIAAL

W4.1 Iceberg Model



TMMP@POBGE

@ | cl activitcg.

Bpsi g bgl l mbg
cvck nj_pcl t_l W4.1_d

Jccpg ecl xms isllcl tpecl md qnk k gpc t_l fsl gcccQ pc_jgpgaf xgl * md
u_pnk bc tcp_l bcp_l e l gr d cj ecl nce ec` cspr, Bg tpcgr u_r bgncp ep_tcl g
u_r tcp_l bcp_l ecl bpgl cl `clUtjncbr, Ccl f_l bge k nbcl f gpc mp g f cr Gb cpe
Knbcl &g U2/,

Fcr Gb cpe-k nbcl fcccl tccj mcn_qpg ecl cl ec` psgr qnk q sgb_ecl bc r_l, Tmp
k ccp _af rcpeml bg chpk _rg: nt cp f cr Gb cpe-k nbcl* jccq f gpc <https://ecochallenge.org/iceberg-model/>. In W4.1 hebben we de originele taal gebruikt om het model te beschrijven, maar we hebben hieronder ook wat eenvoudiger taal opgenomen die wellicht geschikter is, afhankelijk van de leeftijd van de leerlingen.

Trends cl n_rpm cl :

- Xg hc nmogct c rpl bqg bc paf rg e t_l m bc l _rsspecU qngccpbk _rcpg_jcl =
- Fnc xg f cr k cr k ccpk _rcpg_jcl bgl _ec` psgr m l _rsspgi c u gxc i sl l cl
nt r` g bcl =
- Fnc xg f cr k cr l gsu c qmpcl k _rcpg_jcl cl nprbsarcl u _pl gk _l b f cr t gdh_p
ecjcbcl nt cpf _b=
- Fc` hc f cr ect mcj b_r cpnmogct c rpl bqj _rg g bcl =Np_rcl ` cjcghk _i cpqcl
nmjgagmi nt cpbcxc bg ecl =

Onderliggende structuren/manieren om dingen te doen:

- Begint de impact van materialen en productieafval invloed te hebben op hoe we handelen en besluiten nemen?
- Veranderen consumptiegewoonten de manier waarop we goederen kopen en de manier waarop ze worden gemaakt?

Mentale modellen/waarden:

- Zijn we bereid om anders na te denken over onze vrijheid om producten te gebruiken en weg te gooien zoals we willen?