



# GEBOUWEN

## Hoe biedt de natuur bescherming?



Erasmus+



### LEEFTIJD

14–16



### DUUR

#### Voorbereiding:

40 min.

#### Activiteit:

175 of 220 min. /  
4 of 5 lessen



### KERNWOORDEN

Gebouww;  
duurzaamheid; materiaal;  
design; energie; water

## SAMENVATTING

Beschutting, warmte en bescherming zijn allemaal functies van gebouwen. In deze module gaan leerlingen op zoek naar vergelijkbare functies in de natuur en onderzoeken ze hoe ze deze kennis kunnen gebruiken om betere en duurzamere gebouwen te maken.

## BIOMIMICRY PRINCIPES



- 2 – De natuur gebruikt alleen de energie die het nodig heeft
- 3 – De natuur gebruikt de vorm die bij de functie past
- 4 – De natuur recyclet alles
- 7 – De natuur vereist lokale expertise
- 9 – De natuur benut de kracht van grenzen en beperkingen

## LEERDOELEN

- Leerlingen herkennen dat we van de natuur kunnen leren om betere gebouwen te bouwen.
- De leerlingen begrijpen dat de natuur vaak oplossingen kan bieden voor menselijke uitdagingen.
- Leerlingen begrijpen dat alle 'gebouwen' in de natuur duurzaam zijn.

## LEERRESULTATEN

- Leerlingen observeren en onderzoeken hoe de natuur structuren creëert.
- Leerlingen vergelijken structuren in de natuur met menselijke gebouwen.
- Leerlingen passen biomimicry-denken toe om een duurzaam gebouw te ontwerpen.
- Leerlingen delen ideeën en leren van elkaar.

## VAKKEN

Deze module kan flexibel worden ingezet binnen het curriculum om kernkennis over Biologie, 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.

Studieprogramma Referentie	Wetenschappelijk werken
<p><b><u>Natuurkunde:</u></b></p> <p><u>Energie</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>energie efficiëntie berekenen voor energieoverdracht.</li> <li>hernieuwbare en fossiele energiebronnen die op aarde worden gebruikt, veranderingen in hoe ze worden gebruikt.</li> </ul> <p><u>Energie-verandering en -overdracht</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>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.</li> </ul> <p><u>Fysieke veranderingen</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>behoud van materiaal en massa.</li> </ul> <p><u>Energie in materie</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>interne energie opgeslagen in materialen.</li> </ul> <p><b><u>Ontwerp, Technologie en Techniek:</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Technische principes (koppeling met de meeste gebieden).</li> <li>Ontwerpen en maken van principes (koppeling met de meeste gebieden)</li> <li>Ontwerpen, maken, evalueren (koppeling met de meeste gebieden).</li> </ul>	<p>Leerlingen die deze module met succes hebben voltooid, hebben de mogelijkheid gehad om toegang te krijgen tot deze verklaringen:</p> <p><b>1b, 1d, 1e, 2b, 2g, 3b.</b></p> <p>Zie <a href="#">Bijlage 1</a> voor volledige verklaringen.</p>

## BIOLEARN COMPETENTIES

- Leerlingen zijn in staat om duurzaamheidsprincipes te abstraheren uit de manier waarop de natuurlijke wereld functioneert.
- Leerlingen zijn in staat functioneel ontwerp in de natuur te identificeren, een groter bewustzijn en waardering te ontwikkelen voor de geweldige ontwerpen in de natuur, en te waarderen hoe de natuur werkt als een systeem dat elegant en nauw met elkaar verbonden is.
- Leerlingen zijn in staat om belangrijke behoeften en kansen te identificeren die kunnen worden aangepakt met ontwerpinnovatie voor producten, processen en systemen.
- Leerlingen zijn in staat om analogische creativiteit te gebruiken om te innoveren, met behulp van biologische modellen die oplossingen inspireren voor ontwerpuitdagingen.
- Leerlingen zijn in staat om de gevolgen van het toepassen van biomimicry oplossingen te beoordelen (waarden).
- Leerlingen zijn in staat in groepen te werken.
- Leerlingen raken meer vertrouwd met beroepen en onderzoeksthema's die verband houden met door de natuur geïnspireerde duurzaamheid en technologische innovatie, die hun keuzes in vervolgonderwijs en carrières kunnen informeren.

## SAMENVATTING VAN DE ACTIVITEITEN

Naam Activiteit		Beschrijving	Methode	Duur	Locatie
<b>LESSEN 1–3: Introductie</b>					
1	Gebouwen en schuilplaatsen	Leerlingen bespreken functies van gebouwen en verzamelen enkele voorbeelden	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Discussie</li> <li>• Brainstormen</li> </ul>	20	Binnen
2	Hoe werkt het in de natuur?	Leerlingen zoeken naar functies van gebouwen en schuilplaatsen in de natuur	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Observatie/onderzoek</li> <li>• Groepswork</li> </ul>	35	Buiten
3	Laten we een nest bouwen (optioneel)	Leerlingen onderzoeken nesten en bouwen er dan een	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Onderzoek</li> <li>• Hands-on activiteit</li> </ul>	45	Binnen/ buiten
<b>LESSEN 4–5: Een milieu- en mensvriendelijk gebouw ontwerpen</b>					
4	Plannen en ontwerpen	Leerlingen werken in teams om biomimicry-principes toe te passen op het ontwerp van gebouwen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Onderzoek</li> </ul>	30 + tenminste 45 min om ideeën te genereren	Binnen/ buiten
5	Ideeën delen en coöperatief ontwerpen	De groepjes delen hun ideeën, evalueren ze en leren van elkaar	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ontwerp activiteit</li> <li>• Groepswork</li> </ul>	45	Binnen

## ACHTERGROND VOOR DOCENTEN

Biomimicry-denken bij het ontwerpen en bouwen van gebouwen is een zich ontwikkelende wetenschap. In deze module introduceren we enkele eerste ideeën voor inspiratie, inclusief voorbeelden van waar deze praktijk al in gebruik is.

We brengen een groot deel van ons leven door in gebouwen. Het energie-, materiaal- en waterverbruik in gebouwen is aanzienlijk en wordt gebruikt voor ruimteverwarming, koken, verlichting en het aandrijven van al onze apparaten. Ruimte- en waterverwarming zijn een van de belangrijkste energieverbruikers in gebouwen, ongeveer gelijk aan de energie die wordt verbruikt door transport (Department for Business, Energy and Industrial Strategy 2018).

Materialen voor de bouw worden gewonnen en vervaardigd in fabrieken. Jaarlijks wordt meer dan 35 miljard ton niet-metaalhoudende mineralen uit de aarde gewonnen. Dit is een duizelingwekkende hoeveelheid hulpbronnen, die de komende jaren waarschijnlijk zal toenemen naarmate de wereldbevolking blijft groeien (<https://theconversation.com/how-we-can-recycle-more-buildings-126563>).

De gemiddelde persoon in Nederland gebruikt elke dag **124 liter drinkwater**. Dit is niet alleen water dat gedronken wordt; ook water dat wordt gebruikt voor het doorspoelen van de wc, het nemen van een douche, het wassen van kleding en schoonmaken etc. hoort daarbij. Douchen en de wc doorspoelen zijn de twee grootste waterverbruikers.

Kan het anders? Hoe zorgt de natuur voor beschutting en blijft ze duurzaam? Hoe gebruikt en slaat de natuur water op? Wat kunnen we van de natuur leren over bouwen en het maken van biologisch afbreekbare materialen?

Biomimicry gaat een stap verder in de invulling van duurzaamheid. Om de aarde in een voor mensen bewoonbare staat te houden, moeten we producten en processen gaan ontwerpen die teruggeven aan de natuur. Het ontwerp van levende systemen is duurzaam door regeneratief te zijn (Reed, 2007).

Regeneratief ontwerp betekent dat het gebouw meer teruggeeft aan het milieu dan het verbruikt: het produceert energie voor de gemeenschap, reinigt meer water dan het verbruikt, enz. (<https://sevengroup.com/2017/09/08/regenerating-7group/>) Volgens deze aanpak is er een breed scala aan mogelijkheden waarmee we onze gebouwen kunnen verbeteren. Het resultaat kunnen duurzame gebouwen zijn die de gezondheid van hun gebruikers en hun omgeving daadwerkelijk verbeteren.

## OVERZICHT VAN DE MODULE

Een ander aspect dat we in de bouw moeten overwegen, is 'biofiel' ontwerp. Dit concept wordt binnen de bouw gebruikt om de connectie van de bewoners met de natuurlijke omgeving te vergroten door het gebruik van directe natuur, indirecte natuur en ruimte- en plaatsomstandigheden ([https://en.wikipedia.org/wiki/Biophilic\\_design](https://en.wikipedia.org/wiki/Biophilic_design)). Het is een relatief nieuwe richting in het ontwerpen en bouwen van gebouwen, ontdekken dat mensen de natuur nodig hebben, en het is diep in onze psyche geschreven. Het woord 'biofilie' werd voor het eerst gebruikt door Erich Fromm, een Duitse psychoanalyticus, die geloofde dat de natuur noodzakelijk is voor de normale ontwikkeling van een mens en zonder dat we worden beïnvloed door 'nature deficit disorder'. Velen van ons voelen zich veel beter in gebouwen met natuur (of natuurlijke vormen) erin of eromheen. Meer over dit onderwerp vind je hier:

[White paper biophilic design \(Nederlands\)](#)

<https://www.terrabinbrightgreen.com/reports/14-patterns/#nature-design-relationships>.

Voor meer websites en informatie over dit onderwerp, zie 'Literatuur', aanvullende informatie aan het eind van de module.

Tijdens de lessen maken de leerlingen kennis met de termen functie en strategie. Het is belangrijk om duidelijk te zijn over deze termen en we bieden de volgende definities:

**Functies:** In biomimicry verwijst een functie naar de aanpassingen van een organisme die het helpen overleven. Het doel van berenvacht is bijvoorbeeld om warm te blijven, in technische termen is het de functie om warmte vast te houden (isolatie). Menselijke producten hebben ook functies; een waterkoker heeft de functies om zowel water te bevatten als water te verwarmen (de fysieke staat wijzigen). Kortom, een functie is 'wat het doet'.

**Strategie:** Organismen voorzien in hun functionele behoeften d.m.v. biologische strategieën. Dit is een kenmerk, mechanisme of proces dat de functie voor hen vervult. In het voorbeeld van de beer zijn de holle haren in de buitenste vacht de strategie voor het leveren van isolatie. In een waterkoker wordt elektrische energie omgezet in fysieke warmte die de temperatuur van water wijzigt. Kortom, een strategie is 'hoe het de functie DOET'.

De verwachting is dat leerlingen al bekend zijn met de principes van biomimicry; zo niet, zie de inleidende modules op de [BioLearn website](#).

### 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

## LESSEN 1–3: Introductie

LOCATIE  
Binnen

## 1| GEBOUWEN EN SCHUILPLAATSEN

» ONTDEKKEN



Het doel van deze activiteit is om leerlingen vertrouwd te maken met het brede scala aan functies (doeleinden) die gebouwen bieden. Dit is belangrijk voor als ze later in de module onderzoeken hoe inspiratie uit de natuur deze functies kan verbeteren en gebouwen duurzamer kan maken.

Bespreek de volgende onderwerpen met de leerlingen:

- Waarom hebben we gebouwen nodig?
- Welk doel (of functie) dienen ze?
- Verschillen deze functies tussen gebouwen?

Vat de resultaten samen en bewaar de lijst. Enkele voorbeelden van functies zijn:

- Temperatuur/vochtigheid/water reguleren.
- Bescherming tegen ongedierte/insecten.
- Lichamelijk/psychisch welzijn.
- Zorgen voor onderdak.
- Voorkomen van ongewenste geluiden (ruis).
- Stevig blijven (voorkomen dat het gebouw instort).
- Energie opwekken.

DETAILS ACTIVITEIT



**LOCATIE**  
Buiten

## 2| HOE WERKT HET IN DE NATUUR?

» ONTDEKKEN



**GEREEDSCHAP  
EN MATERIAAL**

- leerling werkblad [W2.1](#)
- docenten werkblad [T2.1](#)
  - de negen biomimicry principes, leerling werkblad [W5.1](#)
- natuurboeken (optioneel)
  - internet (optioneel)



**VOORBEREIDING**

Buiten activiteit

Print werkblad [W2.1](#)  
(een kopie per groep).

Print de negen biomimicry principes, leerling werkblad [W5.1](#) (een kopie per groep).

Het doel van deze activiteit is te herkennen dat in de natuur soortgelijke functies als menselijke gebouwen te vinden zijn (zie lijst van Activiteit 1).

Hoe biedt de natuur functies die vergelijkbaar zijn met die van gebouwen? Kan de natuur ons helpen voor te stellen hoe gebouwen duurzamer kunnen worden?

Werk in groepjes van 3-4 en geef de leerlingen werkblad [W2.1](#). Vraag hen om buiten in de natuur te zoeken naar de genoemde functies. Vraag hen ook om hun bevindingen te verbinden met een of meer van de biomimicry-principes beschreven in leerlingenwerkblad [W5.1](#). Zie docentenblad [T2.1](#) voor mogelijke antwoorden.

Deze activiteit kan het beste buiten worden gedaan, zelfs een klein gebied met wat struiken of bomen is voldoende; of het kan worden opgegeven als huiswerktaak.

Als de leerlingen het werkblad hebben ingevuld, vraag ze dan om de resultaten te bespreken en te vergelijken met de lijst met functies voor menselijke gebouwen. Zijn er overeenkomsten? Zijn er ideeën uit de natuur die nuttig kunnen zijn voor het verbeteren van menselijke gebouwen? Welke strategieën kunnen we leren van de natuur?

DETAILS ACTIVITEIT



LOCATIE

Binnen / Buiten

### 3| LATEN WE EEN NEST BOUWEN (OPTIONEEL)

» ONTDEKKEN



GEREEDSCHAP  
EN MATERIAAL

- leerling werkbladen [W3.1](#) en [W3.2](#)
  - nesten (optioneel)
  - internet (optioneel)
- materialen voor het nest (bij binnen activiteit)



VOORBEREIDING

Buitenactiviteit.

Print werkbladen [W3.1](#) and [W3.2](#), een kopie per groep.

Nesten lijken heel simpele 'gebouwen' en makkelijk te bouwen. In deze activiteit proberen de leerlingen een vogelnest te bouwen dat aan een aantal functies voldoet.

Maak een lijst van de functies en attributen van een nest met leerlingen, b.v. zacht, warm, duurzaam, bieden bescherming voor eieren, nestjongen en ouders, enz.

Enkele voorbeelden voor functies en andere kenmerken van verschillende nesten staan vermeld in leerlingenwerkblad [W3.1](#) en een aantal afbeeldingen in [W3.2](#). Geef na het gesprek de lijst en foto's aan de leerlingen.

Geef groepen leerlingen (3-4) voorbereide nestbouwmaterialen of tijd om ze buiten te verzamelen. Vraag ze om een nest te bouwen dat de functies levert die ze hebben opgesomd. Als ze klaar zijn, moeten ze hun ontwerp testen om te zien of het werkt. De leerlingen kunnen gewichten gebruiken om de kracht te testen, een thermometer om de binnen- en buitenluchttemperatuur te vergelijken, enz. Zorg ervoor dat de leerlingen hun resultaten op de juiste manier noteren en denk aan hoe ze verbeteringen aan hun nesten kunnen doorvoeren op basis van de resultaten.

In een bos kunnen ze zelfs een nest bouwen dat groot genoeg is voor zichzelf en kunnen ze het na het bouwen uitproberen.

**LET OP:** niet alleen vogels bouwen nesten, ook andere diersoorten zoals zoogdieren, reptielen, amfibieën, vissen en insecten bouwen nesten.



DETAILS ACTIVITEIT

## LESSEN 4–5: Een milieu- en mensvriendelijk gebouw ontwerpen



**LOCATIE**  
Binnen / Buiten

### 4| PLANNEN EN ONTWERPEN

» CREEREN



**GEREEDSCHAP  
EN MATERIAAL**

- leerling werkbladen [W4.1](#), [W4.2](#), [W4.3](#), [W4.4](#), [W4.5](#) en [W4.6](#)
- docenten pagina's [T4.2](#), [T4.3](#) en [T4.4](#).
- internet connectie



**VOORBEREIDING**

Binnen/Buitenactiviteit.

Kopieën van [W4.1](#), [W4.2](#), [W4.3](#), [W4.4](#), [W4.5](#) en [W4.6](#); een kopie per groep.



**BRONNEN**

Gebruikte websites in de activiteit en extra bronnen zie [T4.2](#) tot [T4.4](#).

Hoe kan een gebouw milieu- en mensvriendelijker zijn? Hoe kunnen we inspiratie uit de natuur gebruiken om gebouwen te heroverwegen? In deze activiteit passen leerlingen de inzichten die ze uit de natuur hebben opgedaan toe om een gebouw opnieuw te ontwerpen met behulp van biomimicry principes.

Leerlingen kunnen ervoor kiezen om elk gebouw naar keuze te herontwerpen, bijvoorbeeld een school, huis, ziekenhuis/gezondheidscentrum, theater, buurthuis, sportcentrum, winkel, fabriek, trein-/busstation, enz.

Om de taak relevanter te maken, moet het gebouw (fictief of echt, bijvoorbeeld eigen schoolgebouw) in de eigen stad of buurt van de leerling worden geplaatst. Dit kan specifieke, lokale ontwerpeisen met zich meebrengen; onthoud dat de natuur om lokale expertise vraagt.

Je zou de hele klas kunnen vragen om aan hetzelfde gebouw te werken, waarbij teams aan verschillende elementen/functies werken. Leerlingenwerkblad [W4.1](#) biedt een lijst met voorgestelde functies waaraan elke leerlingengroep zou kunnen werken. Als alternatief kunnen teams zelfstandig aan hun eigen gebouw werken en een of meer functies selecteren om zich op te concentreren.

Stel als uitgangspunt de volgende functies voor om uit te kiezen:

- Water en/of energie opslaan/verwarmen/koelen.
- Samenwerking tussen gebruikers bevorderen
- Stevigheid en vorm behouden (menselijke activiteiten ondersteunen; sterke wind weerstaan).
- Zorgen voor een constante temperatuur (verwarmen/koelen).
- Schoonhouden en verontreinigende stoffen verwijderen
- Minimaliseren van waterverbruik.
- Welzijn, natuurlijk licht managen.

Voor elke functie moeten de leerlingen ook nadenken over hoe ze kunnen worden bereikt op een manier die milieuvriendelijk is en het welzijn van de gebruikers van het gebouw ondersteunt (denk aan het gebruik van chemicaliën en gifstoffen; wat gebeurt er met afval?).

## DETAILS ACTIVITEIT

Leerlingen moeten hun ideeën presenteren als een tekening/poster om te illustreren hoe ze de natuur hebben gebruikt als inspiratiebron voor hun ontwerp(en), en welke biomimicry principes hen hebben geïnspireerd. Afhankelijk van de tijd hebben ze minimaal 45-60 minuten nodig voor deze taak, maar dit kan worden uitgebreid met huiswerk; natuurlijk kan dit werk over meerdere sessies plaatsvinden, afhankelijk van de complexiteit en de diepte van de details.

Leerlingenwerkblad [W4.2](#) t/m [W4.5](#) geeft voorbeelden om leerlingen te inspireren. Er zijn ook veel online bronnen, waaronder de bronnen die aan het einde van de module worden vermeld. En ga natuurlijk naar buiten en laat je inspireren door hoe de natuur deze functies levert.

Je kunt leerlingen het evaluatiewiel in [W5.1](#) geven om hen te helpen nadenken over hun ontwerpideeën en hoe deze te verbeteren.

*Leerlingen kunnen moeite hebben om verder te kijken dan 'standaard' reacties op duurzaamheid. Om hen te helpen biomimicry-denken toe te passen, vraag hen om:*

- 1. Maak een lijst van de functies die hun gebouw moet bieden, b.v. temperatuur regelen*
- 2. Ontdek voorbeelden uit de natuur waar dezelfde functies worden geboden, b.v. een termietenheuvel.*
- 3. Onderzoek hoe de natuur deze functie vervult (de strategie) b.v. door een netwerk van tunnels die koele lucht aanzuigen en warme lucht uitstoten.*
- 4. Bedenk hoe dit kan worden toegepast op hun gebouw. Maak je geen zorgen als de oplossing nu onmogelijk lijkt, het is het idee dat telt.*

Meer bronnen zijn gegeven in docentenpagina's [T4.2](#) tot [T4.4](#).

DETAILS ACTIVITEIT



LOCATIE

Binnen

## 5| IDEEEN DELEN EN COOPERATIEF DESIGN

» CREA  
TE



GEREEDSCHAP  
EN MATERIAAL

Leerling werkblad [W5.1](#)

Nadat groepen aan hun eigen gebouwonwerp hebben gewerkt, presenteren ze hun bevindingen aan de hele klas; niet langer dan 5 minuten.

Afhankelijk van de aanpak die in activiteit 4 genomen is kan dit het volgende zijn:

- Leerlingen leggen uit hoe hun functie kan worden ingevuld in het geselecteerde klasgebouw; of
- Leerlingen presenteren het ontwerp voor hun zelfgekozen gebouw en specifieke functies die ze hebben ingebouwd.

Besprek na afloop van de presentaties hoe elk ontwerp van een groepje kan worden geïntegreerd in één gebouw of gemeenschap. Welke veranderingen zou elke groep kunnen maken op basis van het leren van elkaar? Kunnen gebouwen 'samenwerken' om een stedelijk ecosysteem te vormen? (bijvoorbeeld in hoe ze omgaan met afval).

Een goede methode voor deze activiteit is het World Café. Eén teamlid blijft als gastheer aan hun teamtafel zitten om de plannen te presenteren. De andere leden gaan naar verschillende tafels en luisteren naar de andere gastheren en wisselen ideeën uit. Na alle tafels te hebben bezocht, beslist het oorspronkelijke team wat te accepteren en wat te weigeren. Ze moeten ook continu nadenken over hun oorspronkelijke doel.

Zie: [www.theworldcafe.com/key-concepts-resources/world-cafe-method/](http://www.theworldcafe.com/key-concepts-resources/world-cafe-method/) of <https://www.teampowr.com/world-cafe-methode/>

Tot slot, vraag studenten om hun werk te evalueren door het biomimicry evaluatie wiel in studentenwerkblad [W5.1](#). Wat zijn de verbeterpunten?

## LITERATUUR, AANVULLENDE INFORMATIE

Regenererend denken:

Bill Reed (2007): Shifting from 'sustainability' to regeneration [www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/09613210701475753](http://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/09613210701475753)

7group: <https://sevengroup.com>

Biomimicry in gebouw ontwerpen

<https://www.thefifthestate.com.au/columns/spinifex/incorporating-biomimicry-into-building-design/>

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7344704/>

## DETAILS ACTIVITEIT

Enkele voorbeelden:

<http://www.bbc.com/earth/story/20150913-nine-incredible-buildings-inspired-by-nature>

<https://www.re-thinkingthefuture.com/fresh-perspectives/a952-10-stunning-examples-of-biomimicry-in-architecture/>

<https://paxscientific.com/>

<https://www.edenproject.com/eden-story/behind-the-scenes/architecture-at-eden>

Zoeken naar oplossingen:

<https://toolbox.biomimicry.org/>

<https://asknature.org/>

Lesmateriaal:

<https://www.learningwithnature.org/>

Education Materials / Middle/High School Engineering Curriculum / 6. The Architectural genius of Nature's Materials (p.68); 7. Brainy Coral (p. 79)

Zie ook de afbeeldingen en bronnen die in de docenten pagina's worden aangehaald.