



# NEGEN BIOMIMICRY PRINCIPES

## Samenvatting van de principes



Erasmus+



### LEEFTIJD

12–16



### DUUR

#### Voorbereiding:

circa 20 min.

#### Activiteit:

circa 90 min. / 2 lessen



### KERNWOORDEN

Biomimicry principes;  
functie; diversiteit;  
energie; cooperatie

## SAMENVATTING

Deze activiteiten bieden een introductie tot de 9 biomimicry principes. Deze principes vormen de basis voor 'biomimicry denken', wat van belang is in alle modules. We bieden ook een afzonderlijke module voor elk principe.

## BIOMIMICRY PRINCIPES



- De natuur draait op zonlicht
- De natuur gebruikt alleen de energie die ze nodig heeft
- De natuur gebruikt de vorm die bij de functie past
- De natuur recyclet alles
- De natuur beloont samenwerking
- De natuur steunt op diversiteit
- De natuur vereist lokale expertise
- De natuur streeft naar balans
- De natuur benut de kracht van beperkingen

## LEERDOELEN

- Leerlingen begrijpen hoe de natuur opereert op basis van gedeelde principes.
- Leerlingen begrijpen hoe deze principes met elkaar samenhangen en zo een duurzaam systeem creëren.
- Leerlingen zien in dat we biomimicry principes kunnen gebruiken om uitdagingen van mensen op te lossen.

## LEERRESULTATEN

- Leerlingen verkennen biomimicry principes en hoe ze met elkaar in verband staan.
- Leerlingen vinden connecties tussen biomimicry principes.
- Leerlingen verbinden biomimicry principes in een systeem om duurzaamheid te verkennen.



## VAK(KEN)

Deze module is onderdeel van een serie modules die de negen biomimicry principes introduceren. De tabel hieronder toont de mogelijke onderdelen voor alle modules. Deze zijn gericht op de onderbouw van het VO maar veel activiteiten zijn (met een beetje aanpassing) ook geschikt voor de bovenbouw van het BO en VO.

Deze lesmodule kan flexibel worden gebruikt binnen het curriculum om belangrijke kennis over biologie te ondersteunen en wetenschappelijke competenties te ontwikkelen. Het sluit aan bij de Duurzame Ontwikkelingsdoelstellingen (Sustainable Development Goals) en biedt een bredere leercontext voor leerlingen. Het kan aangepast worden tot bèta-activiteit en past goed bij Onderzoekend Ontwerpen.

## 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.

## SAMENVATTING VAN DE ACTIVITEITEN

	Naam Activiteit	Korte beschrijving	Methode	Duur	Locatie
1	Uitleg van de 9 principes	Presenteren van de principes <a href="#">zie de "9 principes" powerpoint</a>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Docent presentatie</li> <li>• Discussie</li> </ul>	70 (45+25)	Binnen
2	De biomimicry principes met elkaar verbinden	Zoeken naar verbanden	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Groepswerk</li> </ul>	20	Binnen/ Buiten



## ACHTERGROND VOOR DOCENTEN

Het kernidee van biomimicry is te leren van de natuur om menselijke problemen op te lossen: leren hoe je nieuwe dingen kunt bedenken (of tenminste waarvan we denken ze nodig te hebben) en hoe je duurzaam kunt leven. Door de natuur en het leven op aarde zorgvuldig te observeren kunnen we de principes ervan ontdekken en doorgronden, kunnen we zien hoe alles zorgvuldig zelfregulerend is en hoe verschillende soorten en ecosystemen oplossingen bieden voor de uitdagingen waarmee mensen worden geconfronteerd. De principes van de natuur die belangrijk zijn bij biomimicry werden voor het eerst verzameld door Janine Benyus (1997) in haar boek "Biomimicry: Innovation Inspired by Nature."

### **Biomimicry principes:**

1. De natuur draait op zonlicht
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
5. De natuur beloont 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

---

### **Gezondheid en Veiligheid**

Er moet passende aandacht worden besteed aan gezondheid en veiligheid bij het werken in de buitenlucht, maar dit mag het regelmatige gebruik van de buitenleeromgeving niet in de weg staan.

---



ACTIVITEIT DETAILS



**LOCATIE**  
Binnen

1| UITLEG VAN DE 9 PRINCIPES

» VRAAG



**GEREEDSCHAP  
EN MATERIAAL**

- [9\\_principes.ppt](#)
- leerling werkblad: [W1.1](#)
- docentenpagina: [T1.1](#)

De 9 biomimicry principes kunnen een uitdaging zijn om te begrijpen. De presentatie "9 principes" kan helpen bij het begrijpen, aangevuld met een van de andere inleidende modules die je passend acht. Voel je vrij om meer voorbeelden toe te voegen en voorbeelden te bespreken met je Leerlingen. De presentatiedia's worden uitgelegd in [T1.1](#).



**VOORBEREIDING**

Richt de klas in voor een presentatie

De presentatie kan in zijn geheel worden gebruikt, maar kan ook worden gebruikt als inleiding op de modules over elk principe afzonderlijk, waarbij alleen de relevante dia('s) worden gebruikt.



**BRONNEN**

Benyus, J. M. (2002): *Biomimicry – Innovation inspired by nature*. HarperCollins Publisher, New York, U.S.A.

Stier, S. (2014): *Engineering Design Inspired by Nature*. The Center for Learning with Nature, Coralville, U.S.A.  
<https://www.learningwithnature.org/>

Steven Vogel: *Comparative Biomechanics: Life's Physical World*, Second Edition  
June 17, 2013  
(<https://asknature.org/strategy/specialized-teeth-wear-down-but-remain-effective/#.XoRouHJS-Ht>)



ACTIVITEIT DETAILS



**LOCATIE**  
Binnen / Buiten

## 2 | VERBINDEN VAN BIOMIMICRY PRINCIPES

» **ONTDEKKEN**



**GEREEDSCHAP  
EN MATERIAAL**

- [W1.1](#) – een kopie voor elke groep



**VOORBEREIDING**

Binnen: plaats zoveel tafels als er (sub)groepen zijn. Vindt de activiteit buiten plaats, gebruik dan de eerste uitbreidingsactiviteit.

Verdeel de klas in groepjes van 3-4. Geef elke groep een set van [W1.1](#) (Korte beschrijving Biomimicry principes). Vraag de groepen de principes in een cirkel op hun tafel te leggen. Vraag hen om verbanden te zoeken tussen de principes. Moedig ze aan de verbanden die ze vinden op te schrijven.

Voorbeeld:

- Verband tussen principe 1 (de natuur draait op zonlicht) en principe 3 (de natuur past de vorm aan de functie aan): de bladeren aan een plant zijn ontworpen om zich naar de zon te richten, zodat ze efficiënter zonne-energie kunnen opvangen.

Schrijf, nadat leerlingen klaar zijn met verbanden te zoeken, de principes op een flipover/ white board en vraag de groep hun resultaten te presenteren en toe te lichten.

### UITBREIDING

- Je zou deze activiteit kunnen doen met behulp van de 'web'-activiteit die je vindt in de modules over Principe 6 en Principe 7. Leerlingen (één per principe) staan in een cirkel en proberen onderlinge verbanden te vinden. Als ze iets vinden, geven ze het touwtje aan de verbonden persoon.
- Vorm tijdens een excursie, negen subgroepjes en geef elk groepje leerlingen één principe. Vraag de leerlingen tijdens de excursie hun omgeving te observeren en voorbeelden van hun principe te vinden. Vraag ze hun bevindingen aan het einde van de excursie te delen.



## T1.1 TOELICHTING OP DE PRESENTATIE 9 BIOMIMICRY PRINCIPES

### 1<sup>e</sup> slide

#### INTRODUCTIE

Eind jaren negentig kwam een revolutionair idee ten tonele, ontwikkeld door een innovatieve denker en gevoed door tientallen nieuwsgierige en gepassioneerde individuen. In het boek "Biomimicry" introduceerde Janine Benyus het idee dat we beter af zouden kunnen zijn door simpelweg de manieren na te bootsen waarop problemen in de natuur worden opgelost; dit idee is transformatief gebleken.

In het boek noemt Benyus negen principes die controleren en bepalen hoe de natuur werkt. Laten we ze allemaal in detail bekijken.

### 2<sup>e</sup> slide

#### PRINCIPE 1: DE NATUUR DRAAIT OP ZONLICHT

*De natuur gebruikt zonlicht als de belangrijkste energiebron. Organismen gebruiken de warmte en Uv-straling van deze oneindige bron. We kunnen dus zeggen dat de natuur wordt aangedreven door zonneschijn. Mensen gebruiken olie en kolen, deze bronnen zijn niet hernieuwbaar, en door ze te verbranden ontstaat CO<sub>2</sub>, een van de gassen die klimaatverandering veroorzaken. Waarom doen we niet hetzelfde en voorkomen we de klimaatcrisis? Een wijs persoon zou de natuur nabootsen en vertrouwen op hernieuwbare energie.*

Fotosynthese is een chemische reactie die plaatsvindt in een plant en voedsel produceert zodat de plant kan overleven. Kooldioxide, water en licht zijn allemaal nodig om fotosynthese te laten plaatsvinden. Fotosynthese vindt plaats in het deel van de plantencel dat chloroplasten bevat, dit zijn kleine structuren die chlorofyl bevatten. Fotosynthese vindt plaats in twee fasen, de lichtreactie en de donkerreactie. De lichtreactie zet de energie van zonlicht om in chemische energie (ATP - adenosinetriphosfaat en NADPH - nicotinamide adenine dinucleotide fosfaat), en tijdens de donkere reactie wordt chemische energie omgezet om suikers te produceren uit kooldioxide (Calvin-cyclus).

Het proces wordt beschreven door de vergelijking:  $6\text{CO}_2 + 12\text{H}_2\text{O} + \text{zonlicht} \rightarrow \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 6\text{O}_2 + 6\text{H}_2\text{O}$ . De dia toont een boom, bladeren en bladgroenkorrels (chloroplast) in cellen, gezien door een licht microscoop.

Het is de moeite waard te vermelden dat er bacteriën zijn die geen zonlicht gebruiken om energie op te wekken. Ze gebruiken chemische verbindingen (bijvoorbeeld waterstof, ammoniak, ijzer, zwavelverbindingen), dit wordt chemosynthese genoemd. Een daarvan is chemolithotrofen die een anorganische elektronendonor gebruiken om te ademen. Deze bacteriën leven meestal in anaerobe toestand zoals in vijvers, of in extreem gemineraliseerde gebieden waar zonlicht volledig ontbreekt, bijv. ijzeren geisers en bronnen, diepzee-rokers (vulkanen). Alle autotrofen (ze bouwen organisch materiaal op uit anorganische materialen in hun omgeving) gebruiken kooldioxide als koolstofbron voor fotosynthese om hun organisch materiaal op te bouwen. Heterotrofe organismen halen hun energie uit organische materialen geproduceerd door autotrofe organismen.



### 3<sup>e</sup> slide

#### PRINCIPE 2: DE NATUUR GEBRUIKT ALLEEN DE ENERGIE DIE HET NODIG HEEFT

*De rest van de natuur neemt alleen wat ze nodig heeft. Dus waarom doen wij niet hetzelfde? Onze economie is gericht op het maximaliseren van de output en is een grote energieverbruiker. We transporteren voedsel over de hele wereld omdat dat economisch goedkoper is. Bij veel beslissingen lijkt het alleen om geld te draaien, niet om ons energieverbruik en de impact die dit heeft op de natuur. Hoe kunnen we leren om de prestaties van onze goederen en diensten zo te optimaliseren dat ze energie 'nippen' in plaats van 'slurpen'*

Dieren nemen alleen de voedingsstoffen op die ze nodig hebben; planten nemen niet meer water op dan nodig is. De hamster slaat tijdens de winter zoveel graan op als hij nodig heeft. Evenzo verzamelt de eekhoorn voldoende noten voor wintervoorraad. En als er nog noten over zijn, worden ze voedsel voor een ander dier of groeien ze uit tot een nieuwe boom.

De cheetah kan erg snel rennen, maar slechts over een korte afstand. Als hij voor het vangen van de prooi meer energie nodig heeft dan voor het rennen stopt hij met rennen.

Roofdieren doden alleen voldoende prooien om in hun behoeften te voorzien zodat er voldoende overblijven voor toekomstige maaltijden. De wolf kan bijvoorbeeld geen heel hert eten, dus begraaft hij het om later terug te keren en er dan meer van te eten. De meeste mensen kopen veel meer vlees dan ze kunnen consumeren. Hoeveel vlees wordt er onnodig bewaard in diepvriezers? Wat gebeurt ermee? Hoeveel energie en materialen waren er nodig om dit vlees te produceren en hoeveel energie was nodig om het op te slaan?

Trekvogels vliegen in een V-vorm, die creëert een luchtstroom welke als drijfvermogen voor de volgende vogel fungeert, waardoor met minder inspanning snelheid en hoogte worden behouden. De V-vorm helpt vogels energie te besparen.

### 4<sup>e</sup> slide

#### PRINCIPE 3: DE NATUUR GEBRUIKT DE VORM DIE BIJ DE FUNCTIE PAST

*Een boom wortelt in de grond om water en voedingsstoffen uit de grond te halen. Het spreidt zijn takken en bladeren wijd uit om het oppervlak te vergroten en zo het zonlicht te absorberen dat het nodig heeft om energie te produceren en te kunnen groeien. Zaden zijn licht van gewicht en sommige zijn zelfs uitgerust met een soort paraplu zodat ze in de lucht kunnen zweven. De natuur maakt ontwerpen voor de functie die ze bieden. Kunnen we hiervan leren om onze gebouwen, transportsystemen en scholen te verbeteren?*

"Begrazing heeft misschien wel de meest dramatische tandheelkundige specialisaties bij zoogdieren opgeleverd. Ongeveer twintig miljoen jaar geleden verschenen grassen en graslanden op aarde. Gras levert 'arm' voer. Het levert weinig energie op in verhouding tot zijn massa, dus een grazer moet enorme hoeveelheden verwerken. Veel van die energie komt als chemisch inerte cellulose, die zoogdieren alleen hydrolyseren (= een chemische reactie waarbij een stof wordt gesplitst mbv water) door symbiotische micro-organismen in de pens of de darmen te gebruiken. Het zit vol met schurende stoffen zoals siliciumdioxide en heeft vezels in de lengterichting die kruisgewijs gekauwd moeten worden in plaats van snel te scheuren. Tegelijkertijd hebben langlevende grazers speciale tanden, waarvan de componenten doorgaans naast elkaar zijn gelaagd.



Deze vreemd uitziende opstelling zorgt ervoor dat ook al zullen tanden slijten, ze niet glad zullen worden. Het hardere materiaal (vooral glazuur) blijft uitsteken als de zachtere materialen (cement en dentine) die ertussen in zitten slijten." (Vogel 2003: 333)

De vruchten en zaden van planten zijn ontworpen om hun voortplanting te vergemakkelijken. Ze zijn ontworpen om wind te vangen, in water te drijven, zich aan dieren te hechten enz. Om ervoor te zorgen dat ze wijd en zijd worden verspreid. De vrucht van de esdoorn vliegt bijvoorbeeld als een helikopter; dit wordt mogelijk gemaakt door de gestroomlijnde, licht hellende 'vleugel'. Het distelzaad heeft klittenbanddelen die gemakkelijk verstrikt raken in de vacht van dieren. Sommige planten hebben zelfs een mechanisme om hun zaden van de plant weg te 'schieten'.

Vogels hebben ook een snavel die is gevormd om zich te voeden met specifiek voedsel of prooi. Roofvogels hebben bijvoorbeeld een haak aan de snavel die hun prooi gemakkelijk kan scheuren.

Pinguïnlichamen zijn spilvormig. Dit maakt het moeilijk voor hen om zich op het land te verplaatsen, maar het is extreem gestroomlijnd in water; naast hun lichaam beweegt het water laminair (glad, rustig); turbulentie treedt net achter hun lichaam op, wat resulteert in een zeer lage waterweerstand waardoor ze sneller kunnen zwemmen.

## 5<sup>e</sup> slide

### PRINCIPE 4: DE NATUUR RECYCLET ALLES

*Er is geen 'weg' om dingen te gooien. Alles wat in de natuur wordt geproduceerd, is biologisch afbreekbaar, er is geen afval. Soms lijkt de overvloedigheid een verspilling van materiaal en/of energie (kijk naar alle bloesem aan een kersenboom) maar dat dient allemaal een doel en zal voedsel en voedingsstoffen zijn voor anderen. Zodra het natuurlijke leven van een dennenappel voorbij is, valt het uiteen in essentiële elementen die worden hergebruikt in nieuw leven.*

De combinatie van planten, herbivoren, roofdieren en reducenten (ontbinders) zorgt voor een cyclus van natuurlijke materialen. In dit systeem halen planten hun energie uit de zon, die vervolgens voedsel wordt voor andere organismen in de voedselketen. Alle mineralen worden gerecycled en worden door reducenten in de bodem teruggevoerd. Er wordt een dynamisch evenwicht gehandhaafd. Mensen doen de dingen anders; grondstoffen worden gewonnen en verwerkt tot consumptiegoederen. Tijdens en aan het einde van dit proces worden natuurlijke hulpbronnen omgezet in nieuwe materialen die niet gemakkelijk biologisch worden afgebroken. Deze afvalstoffen veroorzaken vervuiling en beschadigen de balans van natuurlijke systemen.

Als reducenten ter sprake komen denken we vaak aan paddenstoelen. Er zijn echter veel meer groepen levende organismen bij betrokken. Grote gewervelde dieren zoals kraaien en gieren, insecten zoals kevers en veel bacteriën die in de bodem leven, behoren bijvoorbeeld tot deze groep.

De bodem (= opslaglaag) in het regenwoud is dun omdat het proces van vergisting en hergebruik van gemineraliseerde biomassa zeer snel verloopt. Ontbossing leidt daarom snel tot vernietiging van de moeilijk te regenereren bodemlaag.



## 6<sup>e</sup> slide

### PRINCIPE 5: DE NATUUR BELOONT SAMENWERKING

*We zien competitie in de natuur, maar alleen als het onmogelijk is om die te vermijden; over het algemeen kost het gewoon te veel energie. Aan de andere kant staat er in de natuur maar heel weinig op zichzelf. Dus, wat voor soort samenwerking hebben we het over? Planten kunnen zich niet voortplanten zonder bestuivers, die zich op hun beurt voeden met de nectar die ze verzamelen. Lieveheersbeestjes voeden zich met bladluizen en helpen planten gezond te blijven. De natuur is voorstander van samenwerking omdat het de gezondheid van het hele systeem in stand houdt.*

In alle habitats leven populaties van verschillende soorten samen die elkaars levensprocessen en -functies beïnvloeden en daardoor met elkaar in wisselwerking staan. Het kan positief, negatief of neutraal zijn. Hier zijn enkele voorbeelden:

Commensalisme - wanneer een soort een andere soort ten goede komt maar geen interactie heeft. Een voorbeeld hiervan zijn mussen die nestelen in een ooievaarsnest; ze krijgen voedsel zonder de ooievaar te storen.

Antibiose - de aanwezigheid van één soort is duidelijk schadelijk voor een andere soort. Het zijn voornamelijk micro-organismen, waarbij het metabolisme van de ene soort de andere nadelig beïnvloedt. Een typisch voorbeeld is penicilline, een stof die de groei van bacteriën remt.

Competitie - schadelijk voor beide soorten, maar soms noodzakelijk. Dit gebeurt wanneer bijvoorbeeld voedsel of leefgebied niet voldoende is voor alle populaties die daar leven. Meestal verdwijnt één soort. Een ander voorbeeld is wanneer planten met elkaar concurreren om licht.

Predatie (prooi vangen) - herbivoren eten planten, roofdieren eten het vlees van herbivoren, ontbindende organismen eten dode plant- en dierlijke delen.

Parasitisme - er is een gastheerorganisme en een parasiet die zich ermee voedt. Samenleven is gunstig voor de parasiet, maar schadelijk voor het gastheerorganisme, ook al sterft het niet onmiddellijk. Een voorbeeld hiervan is de valse meeldauw op wijnstokken of lintwormen bij gewervelde dieren.

Mutualisme - een van de meest typische relaties die beide soorten ten goede komen. Er zijn veel voorbeelden van deze relatie tussen planten en dieren. Bij verplicht mutualisme kunnen de twee soorten niet zonder elkaar leven, terwijl optionele mutualisten dat wel kunnen.

Symbiose is het langdurig samenleven van twee of meer organismen van verschillende soorten. De aard van de relatie kan vele vormen hebben, zoals je hierboven zit. De verschillende partners in de relatie heten symbionten.

Voorbeelden:

- Azotobacteria (stikstofbindende bacteriën) in het wortelweefsel van Papilionaceae fixeren ammoniak uit stikstof in de bodemlucht voor de plant.
- Mycorrhiza - wortelverbindingen tussen schimmels en planten; de eerste helpt bij de opname van anorganische stoffen, de laatste levert organische verbindingen aan de schimmels.
- Korstmoss - een samenlevingsvorm tussen algen en schimmels.
- Vitamine producerende bacteriën die in de menselijke darm leven.
- Insecten bestuiven planten - er zijn planten die door verschillende soorten kunnen worden bestoven, en sommige hebben speciale bloemen, dus alleen een bepaalde soort kan ze bestuiven.



- Mieren en bladluizen - deze laatste absorberen het sap van de planten en halen de dauw eruit die de mieren het liefst consumeren, in ruil daarvoor beschermen de mieren de bladluizen en dragen ze bladluizen van de ene plant naar de andere.
- Schoonmaken van vissen en hun gastvissen - kleinere poetsvissen verwijderen parasieten uit de bek van grotere vissen.
- Cellulose-afbrekende bacteriën bij herkauwers.
- Hydra's (holtedieren) leven in symbiose met groene algen; algen worden niet verteerd, algen produceren organische stof en zuurstof uit door hydra geproduceerde materialen, wat goed is voor de hydra.

## 7<sup>e</sup> slide

### PRINCIPE 6: DE NATUUR STEUNT OP DIVERSITEIT

*Diversiteit is een van de beste verzekeringen van de natuur. Het zorgt ervoor dat wanneer één voedselbron niet beschikbaar is, er andere kunnen worden gevonden. Het zorgt er ook voor dat er meer dan één strategie is om zaden te verspreiden of te verdedigen tegen roofdieren. We weten ook dat soorten met een beperkte genetische diversiteit meer moeite hebben om zich aan te passen aan veranderingen in het milieu, en dat ecosystemen die rijk zijn aan diversiteit stabiel zijn, vooral in dynamische en turbulente tijden.*

*Biodiversiteit* - de diversiteit van de planten en dieren, waaronder de hele natuur op aarde (soorten, genetische rijkdom, diversiteit aan habitats) of het ecosysteem van een bepaald gebied (bijv. Het Karpatenbekken).

Een meer divers ecosysteem is veerkrachtiger en minder kwetsbaar. Wanneer de omgeving verandert, zullen individuen die zich aan de veranderingen kunnen aanpassen overleven en zich vermenigvuldigen. Hoe groter de diversiteit, hoe groter de kans op aanpassing. Dit proces is ook zichtbaar op grotere schaal; habitats met een hoge soortendiversiteit kunnen zich beter aanpassen aan veranderingen.

Het bestaan van biodiversiteit is belangrijk voor ecosystemendiensten (bv. Bestuiving, bodemvruchtbaarheid, klimaatbeheersing), aangezien ons voedsel, schoon water en lucht niet zonder deze zouden kunnen bestaan. Daarom is het beschermen van de biodiversiteit van cruciaal belang voor onze toekomst.

*Tropische regenwouden* - terrestrische ecosystemen hebben de grootste biodiversiteit. Twee derde van alle soorten op aarde bevindt zich in regenwouden. Helaas neemt het areaal tropisch regenwoud snel af. Bomen worden vooral gekapt om ruimte te creëren voor landbouwproductie, dat wil zeggen dat er monoculturen ontstaan op de plek van wat ooit een soortenrijk gebied was.

*Koraalrif* - bevat de grootste biodiversiteit in het mariene ecosysteem. Ze herbergen 25% van de soorten die in mariene habitats leven. Overbevissing en vervuiling zijn de grootste bedreigingen voor het mariene ecosysteem, en de opwarming van de aarde kan leiden tot de vernietiging van koraalriffen. Korallen leven in symbiose met eencellige algen die gevoelig zijn voor hoge watertemperaturen en vervuiling. Wanneer het kooldioxidegehalte in de lucht toeneemt, neemt ook de zuurgraad van het water toe waardoor het materiaal waar koraal van is gemaakt oplost.

*Monocultuur* - hoe minder biodiversiteit in een ecologisch systeem, hoe kwetsbaarder het systeem is en hoe minder flexibiliteit het heeft als reactie op veranderingen. Dat wil zeggen, hoe minder soorten het systeem heeft (bijvoorbeeld landbouwmonoculturen), hoe waarschijnlijker het is dat een kleine verandering een grote impact zal hebben (bijvoorbeeld het verschijnen van een plaag).

*Eikenbos en robinia-bos* - de diversiteit van het eikenbos is groter dan die van een robinia-bos. De eerste is de thuisbasis van meer soorten.



## 8<sup>e</sup> slide

### PRINCIPE 7: DE NATUUR VEREIST LOKALE EXPERTISE

*Natuurlijke systemen zijn inherent lokaal en doen lokaal zaken. Planten en dieren importeren geen materiaal van heel ver weg. Bepaalde soorten gedijen onder specifieke omstandigheden; lokale en regionale weerpatronen zijn van belang, evenals andere omstandigheden zoals bodem, luchtkwaliteit en watertemperatuur. Relaties worden lokaal gecreëerd en lokale bronnen worden gebruikt. Natuurlijk leggen veel vogels lange afstanden af, maar heb je ze ooit hun voer zien meenemen op die lange reis?*

*Klimaat adaptatie* – sommige organismen leven in verschillende klimaten en hebben strategieën om zich aan te passen. Hazen passen zich aan van de warme zomer tot de koude winter door hun vacht dikker te maken en ook van kleur te veranderen om beter bij de sneeuw te passen (camouflage).

*Extrazonale aanpassing* – vanwege lokale klimatologische omstandigheden verschijnen sommige soorten buiten hun gebruikelijke habitatzones. Bijvoorbeeld, beuken verschijnen op de noordelijke hellingen en in koude valleien vanwege de micro- en mesoklimatologische kenmerken daar.

*Intrazonale adaptatie* – binnen zonale vegetatietypen zijn er intrazonale habitats die vaak worden geassocieerd met variaties in omgevingscondities, en die een microklimaat hebben dat afwijkt van het algemene macroklimaat dat geassocieerd wordt met de zone. In een eikenbos komen bijvoorbeeld boshyacinten in bloei voordat eikenbomen in blad komen; op deze manier profiteren ze van het beschikbare licht op de bosvloer voordat de eikenbladeren het licht blokkeren.

## 9<sup>e</sup> slide

### PRINCIPE 8: DE NATUUR STREEFT NAAR SEEKS BALANS

*Ecosystemen zullen altijd proberen in evenwicht te blijven. Meer muizen? Dan zul je meer uilen zien verschijnen die zich met de muizen voeden en de populatie in balans houden. Bosbranden zijn een goed voorbeeld van een natuurlijk fenomeen dat vernieuwt en verfrist, overmatige groei vermindert en regeneratie mogelijk maakt. Maar we weten ook dat elk natuurlijk systeem een omslagpunt heeft waarbij de bestaande balans niet meer bruikbaar/houdbaar is en het zal omslaan in een nieuwe balans.*

Ecosystemen zijn zelfregulerend en behouden een dynamisch evenwicht zonder extreme fluctuaties. Elk vierde jaar zorgt een toename van het aantal lemmingen bijvoorbeeld voor een tekort aan beschikbaar voedsel. Dit resulteert in massale migratie van lemmingen om nieuwe voedselbronnen te zoeken waardoor de lokale populatie teruggedrongen wordt tot een duurzaam niveau.

Roofdiercontrole op prooipopulatie (Lotka-Volterra-model)

Als het aantal prooi-soorten toeneemt, neemt ook het aantal roofdiersoorten toe; dit resulteert in een afname van het aantal prooidieren, waardoor het aantal roofdieren afneemt. Dit basismechanisme is beschreven door twee wiskundigen: Alfred J. Lotka (Amerikaan) en Vittorio Volterra (Italiaans). Een voorbeeld is de interactie tussen de Canadese lynx en het poolkonijn (veranderingen treden op over een periode van ongeveer 10 jaar). Deze cyclus kon alleen worden waargenomen in het noordpoolgebied, waar maar weinig soorten prooidieren leven, dus het roofdier kan niet van de ene prooi naar de andere overschakelen.



In werkelijkheid is de relatie roofdier-prooi veel gecompliceerder. Het omvat veel componenten, waaronder meerdere prooien en roofdieren, de impact van weersomstandigheden en beschikbaarheid van voedsel voor prooi-organismen. De meeste roofdieren zijn eigenlijk polyfagisch, wat betekent dat ze divers voedsel consumeren. Als gevolg hiervan zijn de schommelingen in aantallen veel kleiner. Bij een complex voedselweb is er een hoge mate van stabiliteit, waardoor een kleinere curve-swing, ofwel schommeling (amplitude) ontstaat.

#### Draagkracht van de omgeving

Als een soort in de juiste omstandigheden leeft, zal hij tijdens zijn leven meer dan twee nakomelingen voortbrengen (d.w.z. de vader en moeder zullen niet alleen zichzelf vervangen). Als we ons een ideale populatie voorstellen waar de individuen niet worden beïnvloed door de omgeving, dan zou het aantal individuen exponentieel toenemen, dat wil zeggen een dramatische verandering in het aantal individuen. In de natuur verhinderen omgevingsfactoren deze exponentiële groei (bijv. weer, voedsel, roofdieren, ziekte). Naarmate de dichtheid van individuen toeneemt, treden dichtheidsafhankelijke beperkende factoren op. Bijvoorbeeld als het aantal individuen toeneemt, neemt de hoeveelheid voedsel per individu af; ziekten en parasieten kunnen zich gemakkelijker verspreiden. Dus de groei van de bevolking vertraagt en stopt.

De dichtheid van een populatie waarboven de populatie niet permanent groter kan zijn, wordt de ecologische draagkracht genoemd. Het aantal individuen in een bepaalde habitat mag de draagkracht van die leefomgeving niet permanent overschrijden. In soortenrijke habitats is het aantal individuen in een populatie niet onderhevig aan extreme schommelingen, terwijl er in soortenarme omgevingen (bijv. monocultuur) extreme schommelingen kunnen. Stabiliteit van natuurlijke gemeenschappen = weerstand tegen verstoring

Als een systeem wordt blootgesteld aan invloeden van buitenaf, kan het een weerbare of veerkrachtige reactie geven. In het eerste geval voorkomt het de aanval, in het tweede geval past het zich met succes aan de nieuwe omstandigheden aan en ontstaat er een nieuw systeem. Veerkracht is ook een organiserende kracht. In shock verschuift het systeem van zijn oorspronkelijke evenwicht en reorganiseert het zich en herstelt het op een ander niveau.

#### 10<sup>e</sup> slide

#### PRINCIPE 9: DE NATUUR BENUT DE KRACHT VAN BEPERKINGEN

Onbeperkte groei op een eindige aarde is geen goed idee. Alle levende wezens hebben te maken met beperkingen; leeftijd, klimaat, bevolkingsdichtheid, beschikbare bronnen en vele andere factoren bepalen hoe soorten en systemen zich ontwikkelen. De natuur heeft ingenieuze manieren gevonden om binnen deze grenzen te werken om op de lange termijn zo effectief mogelijk te zijn.

#### Successie

Ecologische successie is het proces van verandering in de soortstructuur van een ecologische gemeenschap in de tijd. Het is een eenrichtingsproces waarbij de populaties waaruit een gemeenschap bestaat geheel of gedeeltelijk worden uitgewisseld. Tijdens de successie verschijnen pionier soorten als eerste. De afsluiting van het successieproces is het verschijnen van een climax gemeenschap.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> In wezen is er niet echt een eindstadium. Er zijn immers altijd verstoringen waardoor secundaire successie plaatsvindt. Bijvoorbeeld blikseminslag in een bos: bomen die geveld zijn vallen om, er komt een open plek in het bos en daar vestigen zich dan de pioniersoorten, en start op die plek het succieproces opnieuw.



- De pioniersgemeenschap bestaat uit zeer flexibele, breed tolerante, eenjarige r-strategensoorten.
- De climaxgemeenschap is de meest veelzijdige gemeenschap met de hoogste productiviteit onder de gegeven klimatologische omstandigheden. K-strategesoorten overheersen en smal tolerante soorten komen ook voor.

De twee soorten successie:

- De pioniersgemeenschap bestaat uit zeer flexibele, breed tolerante, eenjarige r-strategensoorten.
- De climaxgemeenschap is de meest veelzijdige gemeenschap met de hoogste productiviteit onder de gegeven klimatologische omstandigheden. K-strategesoorten overheersen en smal tolerante soorten komen ook voor.

Climax-gemeenschappen zijn over het algemeen resistent maar hebben een matige veerkracht, terwijl primaire of intermediaire gemeenschappen minder weerstand hebben, maar meer veerkracht.

r en K strategen

Planten en dieren kunnen worden ingedeeld in r- en K-strategen.

- r-strategesoorten planten zich zeer snel voort onder de juiste omgevings-omstandigheden en bereiken een maximale waarde, die snel afneemt als gevolg van de uitputting van de natuurlijke hulpbronnen. Als de omgevingsomstandigheden weer gunstig zijn, treedt snelle reproductie op. Ze leven in onvoorspelbare omgevingen (woestijn, toendra, periodiek overstroomde gebieden). Voorbeelden van r-soorten zijn muizen, konijnen, onkruiden en bacteriën, die veel nakomelingen hebben, maar een korte levensverwachting.
- K-strategesoorten hebben een langere levensduur, een grotere lichaamsgrootte, met minder nakomelingen, een laag sterftecijfer, een stabiele populatiegrootte en hebben vaak een afgebakend territorium. Het aantal individuen komt overeen met de draagkracht van de omgeving. Voorbeelden van K-geselecteerde soorten zijn vogels, grotere zoogdieren (zoals olifanten, paarden en primaten) en grotere planten.