

Bionics4Education: Bionische bouwset

Opdrachten voor de student (docentversie)



Inhoudsopgave

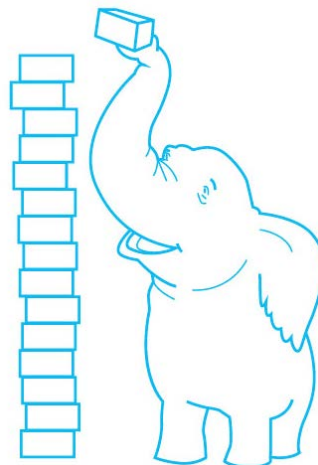
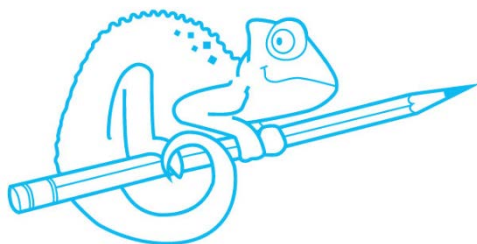
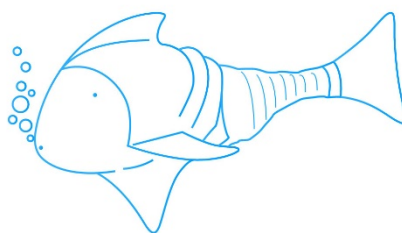
Introductie	3
Bionisch ontwerpproces	4
Bionisch project	5
Soorten vissen.....	9
Tong van de kameleon.....	11
Beweging van de staartvin.....	14
Voortstuwing van de vis.....	15
Slurf van de olifant	17

Introductie

Dit document bevat activiteiten en andere hulpmiddelen voor gebruik van de Festo Bionics Kit. Deze activiteiten zijn bedoeld om te proberen en te voltooien nadat u zich vertrouwd heeft gemaakt met de instructies en het assemblageproces van de drie bionisch geïnspireerde robots die u met deze kit kunt maken (Vis, Olifantenslurf, Kameleon-tong). Met uitzondering van de activiteit bionisch ontwerpproces activiteit, vereisen de activiteiten in dit document een volledig geassembleerde Bionic robot om ze te voltooien. Zie de website bionics4education.com voor instructies over het monteren en bedienen van de drie robots. Ook de aankoopinformatie voor de Bionics Kits is beschikbaar op deze site.

Opmerking voor instructeurs: In deze handleiding vindt u aantekeningen in het rood (vergelijkbaar met deze) die informatie voor instructeurs bevatten. Deze notities bevatten aanvullende informatie, richtlijnen of instructies die niet in het reguliere document met studentenactiviteiten staan.

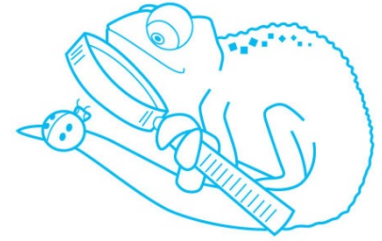
Deze gids bevat ook antwoorden op de vragen die tijdens de activiteiten worden gesteld. Deze antwoorden worden weergegeven als rode tekst.



Bionisch ontwerpproces

Er is zoveel waardevolle informatie beschikbaar in de natuur, die de mens kan bestuderen en leren hoe verschillende diersoorten zich hebben ontwikkeld en zich hebben aangepast aan hun omgeving. Veel verschillende diersoorten hebben in de loop van miljoenen jaren kenmerken en fysieke ontwerpen ontwikkeld om overleven in hun omgeving. Deze natuurlijke ontwerpen kunnen fascinerend zijn, en kunnen door mensen bestudeerd worden om te zien of we er iets van kunnen leren en zelf kunnen gebruiken.

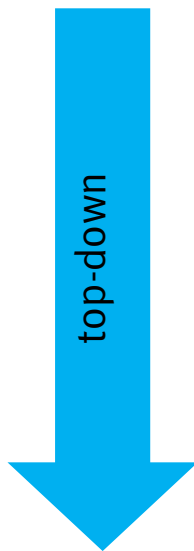
Bionica, of biomimicry, is de tak van wetenschap die biologische systemen of functies bestudeert, toepast in mechanische systemen om technische problemen op te lossen. Er is een groot aantal van deze functies aanwezig in levende wezens die nuttig gebruikt kunnen worden in kunstmatige toepassingen.



Er zijn twee verschillende benaderingen om mogelijke bionische oplossingen te onderzoeken: de top-down methode en de bottom-up methode. De twee benaderingen verschillen van elkaar wat betreft hun uitgangspunt.

Top-down methode

In de top-down methode "kijken ingenieurs naar de biologie". In deze benadering wordt eerst een bestaand probleem gedefinieerd of geïdentificeerd, en vervolgens kijken ingenieurs of er iets in de natuur bestaat dat dit soort problemen aanpakt of overwint. Een stapsgewijze uitleg van het top-down proces wordt in dit diagram weergegeven:



Step 1: Definieer het probleem

Step 2: Kijk naar de natuur om te zien hoe andere organismen dit probleem hebben opgelost

Step 3: Selecteer de meest belovende biologische modellen en identificeer de principes

Step 4: Abstractie: ontkoppelen van het biologische model

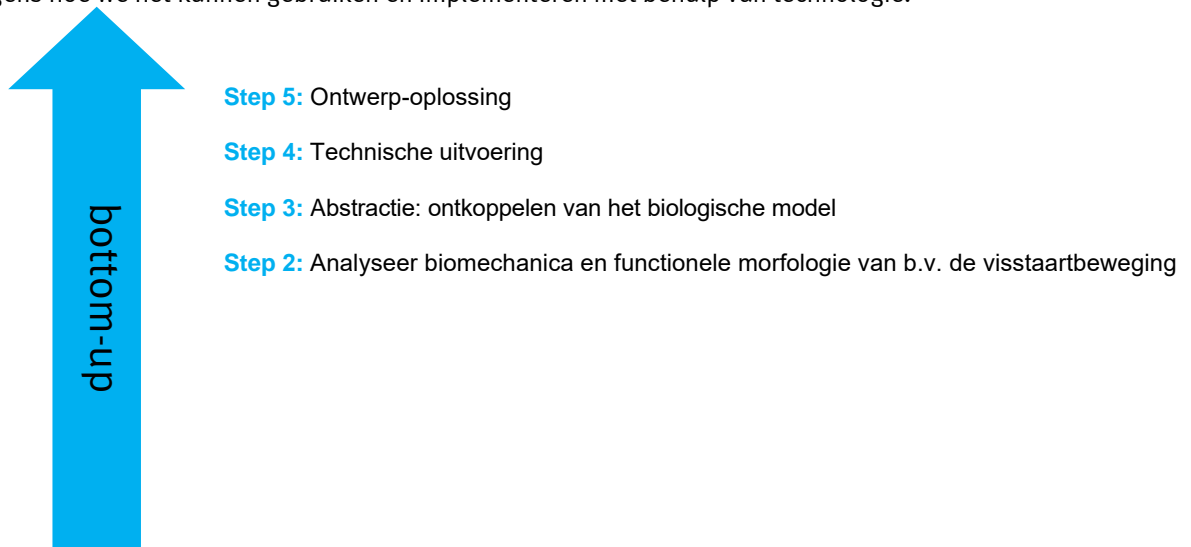
Step 5: Test het prototype van de technische implementatie, analyseer, geef feedback

Step 6: Ontwerp-oplossing

Om een voorbeeld te gebruiken dat betrekking heeft op de robots die in de Bionics Kit worden gebruikt, kunnen we zeggen dat ingenieurs besloten dat ze een type mechanische grijper nodig hadden die in staat was om vreemd gevormde of bolvormige objecten op te pakken. Ze zouden dan kijken naar levende organismen in de natuur die in staat zijn om dit soort objecten te grijpen of op te pikken. De ingenieurs identificeerden die als hun natuurlijke modellen, selecteerden het beste model om te gebruiken (in dit voorbeeld, de tong van een kameleon), en probeerden vervolgens een soortgelijke mechanische weergave van dit natuurlijke model te maken. Door het analyseren, bouwen van prototypes, herhaaldelijk testen, kunnen de ingenieurs tot hun uiteindelijke ontwerp-oplossing komen, wat in dit geval de bionic kameleon-tong zou zijn.

Bottom-up methode

De andere benadering, de bottom-up methode, gaat uit van een omgekeerd startpunt in vergelijking met de top-down methode. Hier, is het uitgangspunt de biologie en gaan engineers bekijken hoe ze dit kunnen toepassen. Dus in plaats van te beginnen met het identificeren van een bestaand probleem en vervolgens naar de natuur te kijken om het op te lossen, begint de bottom-up methode met het kijken naar de natuur en vervolgens te proberen uit te zoeken wat we kunnen leren van het ontwerp van de natuur. Na het identificeren en analyseren van een aspect van natuurlijk ontwerp dat goed werkt, kijken we vervolgens hoe we het kunnen gebruiken en implementeren met behulp van technologie.



Denk hierbij aan het voorbeeld van de tong van de kameleon die gebruikt wordt voor de top-down methode? Als die bionische oplossing in plaats daarvan werd ontwikkeld met behulp van de bottom-up methode, zouden we eerst naar de kameleon kijken en kijken of er iets duidelijk is over wat hij doet en hoe hij dat doet. Doet het iets dat bijzonder effectief of efficiënt is? Zijn tong is zeer uniek in termen van wat hij kan grijpen en hoe hij voorwerpen grijpt. Na de identificatie hiervan kunnen ingenieurs vervolgens de principes van de werking van de tong bestuderen en een ontwerp-oplossing ontwikkelen op basis van een mechanische of technische toepassing van de tong. Met behulp van deze methode kunnen de ingenieurs ook tot de bionische kameleon-tong komen als hun bionische oplossing.

Bionisch project

Voor deze activiteit heb je de taak om de rol van bionisch ingenieur op je te nemen en een bionische oplossing te ontwikkelen met behulp van de top-down of de bottom-up methode. Je oplossing zou gebaseerd moeten zijn op een natuurlijk ontwerp (iets dat al in de natuur bestaat), en zou een soort probleem moeten oplossen dat mensen hebben of moeten maken dat mensen iets gemakkelijker of effectiever doen. Zodra jouw bionics-oplossing is ontwikkeld, presenteer je, of jouw groep het voorstel aan de rest van de groep. Zorg ervoor dat je benadrukt en uitlegt waar uw oplossing op gebaseerd is, hoe u deze heeft aangepast en wat uw oplossing uiteindelijk voor menselijk gebruik oplevert

Opmerking voor instructeurs: U moet de verwachtingen van de presentatie-aspecten van de projecten aan elk projectteam op dit moment definiëren. Dit omvat de verwachtingen van de presentatie, in welke mate u verwacht dat de bionics-oplossing wordt ontwikkeld en uitgelegd en hoe u verwacht dat het project wordt opgeleverd. De levering kan bestaan uit alleen mondelinge presentaties, of u kunt de groepen de opdracht geven om illustraties van hun ideeën te maken of zelfs Powerpoint slideshows samen te stellen. Dit moet worden gedaan met inachtneming van de tijd die de studenten nodig hebben om aan deze projecten te werken en de middelen die ze tot hun beschikking hebben voor de presentaties.

Project management

Opmerking voor instructeurs: In de volgende sectie worden de projectteams beschreven, de mogelijke rollen van de projectteamleden en hoe ze samen moeten werken om hun projectdoelen te bereiken. Als docent moet je helpen met dit aspect van het proces, zoals het bepalen van het aantal leden per projectteam en/of de rollen van de teamleden die moeten worden toegewezen. Je kunt de rollen ofwel zelf toewijzen aan individuen binnen de teams, ofwel de studenten zelf laten beslissen als onderdeel van het projectmanagementproces.

Het werken in teams kan mensen helpen om samen te werken om specifieke doelen beter te bereiken en deze doelen efficiënter te bereiken. Vooral in het geval van bionica en biomimicry kunnen meer mensen die samenwerken helpen om te navigeren in de enorme hoeveelheid mogelijkheden en ideeën die betrokken zijn bij het ontwerpen, aanpassen en ontwikkelen van oplossingen uit de natuur.

Daarom wordt voorgesteld dat je in teamverband werkt aan de ontwikkeling van jouw bionics-oplossing. Meerdere mensen die samenwerken om ideeën te bedenken is waarschijnlijk veel effectiever dan individuen die alleen werken. Er zijn verschillende benaderingen die je kunt kiezen als het gaat om het toewijzen van rollen aan verschillende mensen binnen het projectteam. Stel op zijn minst één projectmanager aan, waarbij de rest van het team projectleden bijdraagt. Afhankelijk van hoe uitgebreid je van plan bent om je biomimicry project te maken, kun je ook specifieke rollen toewijzen aan elk projectlid. Hieronder vindt je een beschrijving van de specifieke rollen.

Projectleider: Een projectleider kan het team leiden en helpen bij het nemen van beslissingen wanneer dat nodig is. (zoals beslissen welke natuurlijke oplossing te ontwikkelen als een team met meerdere ideeën komt). De projectleider moet het team gericht houden op de doelstellingen en individuele stappen van het project.

Projectlid: Iedereen behalve de projectmanager wordt beschouwd als lid van het projectteam. Afhankelijk van de omvang van het project (of je uitgebreid onderzoek gaat doen, of je de bionics-oplossing formeel gaat presenteren, etc.), kunnen aan deze teamleden ook meer specifieke rollen worden toegekend. Enkele opties voor deze functies staan hieronder vermeld. Beslis als groep of het nuttig is om één van deze specifieke rollen toe te wijzen aan uw projectteamleden, of dat het beter is dat iedereen samenwerkt om elk aspect van de projectdoelstellingen te bereiken:

Analyzer: Een analyzer kan worden ingezet om een concept of idee dat het projectteam bedenkt verder te ontwikkelen en te onderzoeken. Als het team bijvoorbeeld een dier identificeert om hun bionische oplossing naar te modelleren, zou de rol van de analysator erin bestaan om het dier nauwkeurig te bekijken om te analyseren hoe zijn biologisch systeem functioneert. Of als het team begint met het identificeren van een bestaand probleem, zal de analysator zich richten op het zoeken naar een biologisch model dat dit probleem oplost en goed kijkt hoe het probleem wordt opgelost. De analysator zou zich richten op stap 2 en 3 van de top-down of bottom-up methode.

Onderzoeker: Van niemand die met de biomimicry-ontwerpmethode werkt, wordt verwacht dat hij of zij puur met informatie uit het geheugen werkt. Daarom wordt er een bepaalde hoeveelheid onderzoek verwacht tijdens het proces. De onderzoeker zou verantwoordelijk zijn voor het uitvoeren van dit onderzoek zoals het team het nodig heeft. Onderzoek kan al nodig zijn in de brainstormfase, in het midden van het proces waarin biologische modellen en principes worden onderzocht, tot aan het ontwerp van de oplossing.

Presentator: Afhankelijk van wat de docent vraagt en hoeveel tijd je krijgt voor het project, kunt je de opdracht krijgen om na afloop de oplossing van het team te presenteren. De presentator is verantwoordelijk voor de presentatie van de oplossing van het team aan de rest van de klas/groep. Ook hier geldt dat, afhankelijk van de opdracht van uw docent, de presentatie kan bestaan uit een gesproken presentatie, discussie met de rest van de klas, visuele presentaties van de oplossing, of zelfs het demonstreren van de oplossing als het team er daadwerkelijk in slaagt om een soort prototype te maken.

Illustrator: Als het team besluit dat het nuttig zou zijn om schetsen of illustraties te hebben om uw concept van biomimicry te helpen uitbeelden of visueel uit te leggen, kunt je een teamlid een illustratorrol toewijzen om die tekeningen of illustraties te maken.

Als je een specifieke rol toegewezen krijgt en je wacht op iets te doen in bepaalde delen van het proces, probeer dan andere leden in je groep te helpen. Het is belangrijk dat iedereen gedurende het hele project samenwerkt en met elkaar communiceert.

Brainstorming

Brainstormen kan zeer nuttig zijn als startpunt bij het bedenken van een idee of concept. Er zijn verschillende methoden om te brainstormen en verschillende methoden kunnen beter werken voor verschillende mensen. Het belangrijkste doel van brainstormen is om zoveel mogelijk haalbare ideeën te bedenken, waarna je ze vervolgens kunt verfijnen of de ideeën kunt selecteren die het beste werken. Enkele vragen om jezelf te stellen of om met je projectteam samen te werken staan hieronder opgesomd; het beantwoorden van deze vragen kan helpen om ideeën te ontwikkelen voor je bionische oplossing.

Brainstormin vragen:

Aanpak 1: Begin na te denken over dieren die kenmerken hebben die je interessant of effectief vindt. Wat laten deze eigenschappen het dier doen of bereiken?

Als je eenmaal hebt vastgesteld wat het dier met deze eigenschappen doet, probeer het dan te bekijken vanuit het perspectief van het natuurlijke ontwerp. Probeer vragen te beantwoorden zoals: Hoe doet of bereikt het dier deze dingen? Is er iets opmerkelijks aan het ontwerp of de structuur van deze eigenschappen? Als deze eigenschappen kunnen worden nagebootst door iets mechanisch, zijn er dan bestaande problemen voor mensen die dit kunnen helpen oplossen?

Aanpak 2: Of je kunt het tegenovergestelde doen: denk eerst aan een probleem dat mensen hebben of iets dat mensen moeilijk kunnen doen. Zijn er voorbeelden in de natuur waar natuurlijk ontwerp dit probleem heeft aangepakt of opgelost?

Hoe kunnen deze voorbeelden van natuurlijk ontwerp dienen als model voor hoe mensen de problemen die je hebt geïdentificeerd kunnen oplossen?

Noties en organisatie: Je kunt de tabel op deze pagina gebruiken om ideeën te organiseren en aantekeningen te maken. Als de groep klaar is met het brainstormen over ideeën, beslis dan als groep welke van de ideeën je wilt gebruiken en welke ideeën je wilt gebruiken om verder te gaan.

Dier	Biologische kenmerken	Menselijke toepassing

Onderzoek

Om een succesvolle bionics-oplossing te ontwikkelen, kan het uitvoeren van onderzoek je helpen om waardevolle inzichten en kennis over jouw ideeën te verwerven. Externe informatie kan ook helpen om je ideeën te versterken en de geloofwaardigheid ervan te vergroten. Er zijn veel bronnen beschikbaar op het internet waar je waarschijnlijk informatie kan vinden over de bionics-oplossing en het natuurlijke model van uw bionics-oplossing. Soorten betrouwbare bronnen kunnen boeken, wetenschappelijke tijdschriften, tijdschriftartikelen, encyclopedieën of overheidsartikelen zijn. Het is belangrijk dat je evalueert waar je informatie vandaan komt; er zijn tal van betrouwbare bronnen die er zijn, maar ook veel onbetrouwbare informatie op het "open-Internet". Als je toegang hebt tot een website van een schoolbibliotheek met wetenschappelijke bronnen, dan zou dat een goede plek zijn om betrouwbare en betrouwbare bronnen te vinden.

Vergeet niet dat je door middel van onderzoek op zoek bent naar informatie om uw ideeën te ondersteunen of te versterken, niet om ideeën van andere mensen aan te nemen. Jouw bionics-oplossing moet uiteindelijk gebaseerd zijn op ideeën die u of jouw groep zelf bedenkt.

Als je van plan bent om informatie van een externe bron te gebruiken in de discussie of presentatie jouw bionische oplossing, zorg er dan voor dat je de weblink naar de bron of een kopie ervan opslaat met de publicatie-informatie, je u de originele bron de juiste waardering kunt geven.

Presentatie

Nadat je de bionics-oplossing hebt geconceptualiseerd, onderzocht en ontwikkeld, is de laatste stap om het werk van jouw team te presenteren aan jouw instructeur en/of de rest van de groep. Beslis welke leden van het team tijdens de presentatie het woord zullen voeren, welk presentatiemateriaal je zal gebruiken (indien van toepassing) en welke informatie de presentatie zal bevatten.

Zoals benadrukt in de oorspronkelijke projectvereisten, zorg ervoor dat je presentatie een uitleg bevat over waar jouw oplossing op gebaseerd is, hoe je deze hebt aangepast en wat jouw oplossing uiteindelijk voor menselijk gebruik oplevert.

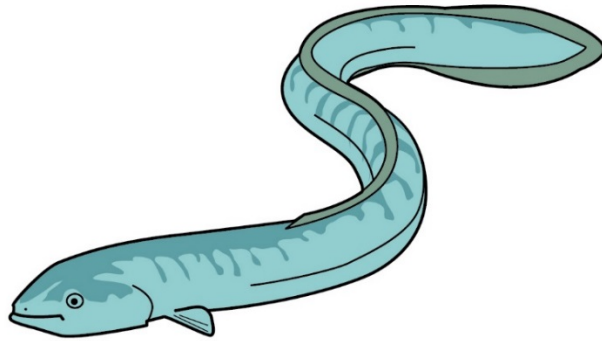
Soorten vissen

Opmerking: Voor deze activiteit is een volledig geassembleerde bionische vis nodig en een bak met voldoende water om de vissen in te laten zwemmen.

Verscheidene soorten vissen bewegen op verschillende manieren en er zijn drie algemene categorieën waarin de beweging van de vis kan worden ingedeeld. Houd er rekening mee dat alle drie de verschillende soorten bewegingen effectief zijn in het verplaatsen van een vis door het water.

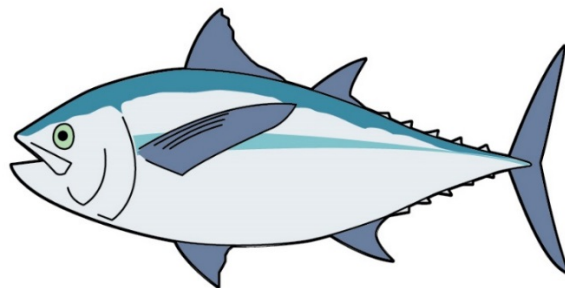
Aguilliforme beweging

Ten eerste is er de aguilliforme beweging, waarbij een vis zijn hele lichaam beweegt, van de kop naar beneden tot aan de staart. Een voorbeeld van een vis die gebruik maakt van een aguilliforme beweging is een paling. De flexibiliteit van het lichaam van een paling maakt het mogelijk om zich op deze manier te bewegen.



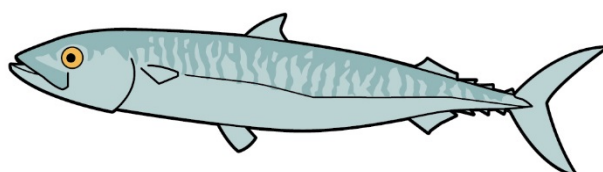
Thunniform beweging

Een tweede soort beweging is het zogenaamde thunniform zwemmen. Dit type beweging is vernoemd naar het geslacht thunnus waartoe de tonijn behoort. In tegenstelling tot de aguilliforme beweging, duwen vissen die gebruik maken van een thunniforme beweging (zoals een tonijn) zich voornamelijk voort door de beweging van alleen hun staart.



Carangiforme beweging

De derde categorie is de carangiforme beweging. Deze beweging houdt in dat het hoofd licht beweegt, maar het grootste deel van de beweging wordt gegenereerd door de staart; zie het als een soort beweging die tussen die van de guitvormige en de tunnelvormige bewegingen in zit. Dit is de beweging die door de meeste vissen wordt gebruikt; een voorbeeld hiervan is een makreel.



Beweging van een bionische vis

De bionische vis bootst de constructie en beweging van een echte vis na. Kun je, terwijl je observeert hoe de bionische vis zich door het water beweegt en hoe het wordt gevormd en samengesteld, vaststellen wat voor soort van de drie echte bewegingen het gebruikt? Welk type vis zou je zeggen dat het meest op de bionische vis lijkt? Leg je antwoord uit.

Leerlingen moeten vaststellen dat de constructie van de bionische vis het meest lijkt op de thunniform beweging van een tonijn. De bionische vis wordt alleen voortgestuwd door zijn staart en zijn kop is niet betrokken bij de beweging van de vis.

Tong van een kameleon

Opmerking: Deze activiteit vereist een volledig geassembleerde bionische kameleon en voorwerpen in verschillende vormen en maten die de kameleon-grijper gemakkelijk kan oppakken.

De elasticiteit van de tong van een kameleon zorgt ervoor dat deze zich kan aanpassen aan de vorm en grootte van het object dat hij probeert te grijpen. Als de tong van de kameleon het een insect, dat de kameleon wil opeten, bijna bereikt heeft, trekt de punt van de tong zich terug (of beweegt naar binnen). Terwijl het midden naar binnen beweegt, bewegen de gebieden aan de buitenkant van de tong naar buiten. Hierdoor kan de tong van de kameleon het doelwit omringen en zich aanpassen aan de vorm van het doelwit om het vast te houden.



De bionische kameleon-grijper gebruikt een soortgelijk principe, waarbij het midden van de punt naar binnen beweegt bij het grijpen van een object, terwijl de buitenkant van de punt het object naar buiten toe omringt.

Een van de opvallende kenmerken van de bionische kameleon-grijper is het materiaal op het oppervlak. Het helpt om de wrijving met de objecten die het oppakt te behouden.

Oppakken van objecten

de bionic kameleon grijper is ontworpen om voorwerpen op te pakken die andere soorten mechanische grijpers niet zouden kunnen oppakken. Experimenteer met de grijper door te proberen een verscheidenheid aan voorwerpen op te pakken. Je kunt de onderstaande tabel gebruiken om bij te houden welk type objecten je probeert op te pikken, de kenmerken van de objecten en een sectie om aan te geven of je erin geslaagd bent om dat object op te pikken.

Object	Object eigenschappen	Succesvol opgepakt? (ja/nee)

Observaties en analyses

Welke voorwerpen kon de kameleon-tong oppakken? Hadden deze objecten iets gemeen wat betreft het soort objecten dat ze waren, hun vorm of het materiaal waarvan ze waren gemaakt?

De antwoorden zullen variëren, afhankelijk van de gebruikte objecten. De leerlingen moeten bepaalde gemeenschappelijke kenmerken van bepaalde voorwerpen kunnen vinden en ze hier kunnen identificeren.

Waren er objecten die de kameleon-tong niet kan oppakken? Wat denk je dat de tong verhinderde om deze voorwerpen op te pakken?

De antwoorden variëren afhankelijk van de gebruikte voorwerpen. Leerlingen moeten in staat zijn om bepaalde kenmerken te vinden die het oppakken van deze voorwerpen verhinderden, wat mogelijk in contrast staat met de kenmerken van de voorwerpen die met succes werden opgepakt.

Welke soorten en vormen van voorwerpen kon de kameleon-tong oppakken die andere, meer stijve en minder kneedbare soorten grippers niet zouden kunnen oppakken?

De antwoorden zullen variëren afhankelijk van de gebruikte voorwerpen. De antwoorden op deze vraag kunnen worden opgebouwd uit de antwoorden op de eerste vraag over de kenmerken van de opgepikte objecten.

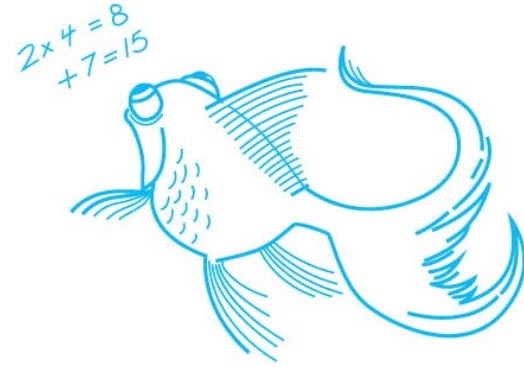
Heb je geprobeerd iets op te pikken dat kwetsbaar was? Hoe zorgde het ontwerp van de kameleon-tong voor een betere grip op objecten?

De antwoorden variëren afhankelijk van de gebruikte objecten. De studenten zouden kunnen uitleggen hoe de gripper de objecten omringt in plaats van ze te knijpen of te knijpen, en hoe de gripper fragiele objecten kan oppakken.

Beweging van de staartvin

Opmerking: Deze activiteit vereist een volledig geassembleerde bionische vis.

De meeste boten en schepen zijn ontworpen om zich door het water te bewegen door zich af te zetten tegen het onvaste water. Dit zorgt voor een vlotte voortstuwing, maar het vergt ook veel energie om dit te bereiken. Vissen daarentegen hebben een veel efficiëntere manier om zich door het water te bewegen. In plaats van zich te verzetten tegen de natuurlijke onvastheid van bewegend water, omarmen vissen deze onvaste beweging en coördineren hun lichaamsbeweging ermee. Deze beweging van de vis vereist veel minder energie dan de manier waarop boten de onvaste bewegingen proberen te weerstaan. Ondanks het gebruik van minder energie, is het duidelijk dat vissen nog steeds in staat zijn om zich goed te bewegen in het water en in staat zijn om veel snelle voortstuwing te genereren. De belangrijkste reden dat vissen in staat zijn om dit te doen is door het natuurlijke ontwerp van hun staartvin. De staartvin duwt het water in de tegenovergestelde richting om stuwkracht op te wekken en de vissen naar voren te bewegen



Zwemsnelheid van de vis

Hoe snel een vis door het water kan zwemmen hangt af van een aantal factoren, waaronder de lengte van de vis en hoe snel zijn staart kan bewegen. De geschatte topsnelheid van elke vis kan worden berekend met behulp van de volgende vergelijking:

$$V = \frac{1}{4}[L(3f - 4)]$$

Waar:

V is de topsnelheid van de vis (in centimeters per seconde [cm/s]).

L is de lengte van de vis (in centimeters [cm]).

f is de frequentie van de staartslagen per seconde.

Meet de lengte van de bionische vis (in centimeters) van de voorkant van de kop tot de achterkant van de staart. Zoek ook de frequentie van de staartslagen per seconde van de bionische vissen bij de maximumsnelheid.

De lengte van de bionische vissen kan variëren, afhankelijk van het feit of er een kop- en staartvin is geproduceerd en bevestigd. De lengte van de geassembleerde bionische vissen met alleen het lichaam en de staart (zonder extra vin) is 34 cm.

Studenten kunnen ofwel proberen het maximale aantal staartslagen per seconde te meten door de snelheidsparameter in de interface op maximum in te stellen en het aantal slagen in een minuut te tellen en te delen door 60 om f te krijgen, of je kunt het geschatte aantal van 2 slagen per seconde geven als ze problemen hebben.

Stel je voor dat een echte vis dezelfde kenmerken en afmetingen heeft als de bionische vis. Gebruik de snelheidsvergelijking om uit te rekenen hoe snel deze echte vis zich kan bewegen.

Leerlingen zouden nu waarden voor L en f moeten hebben en kunnen die waarden in de vergelijking steken. Het antwoord met de standaardwaarden zou zijn:

$$V = \frac{1}{4} \times [34 \times (3 \times 2 - 4)]$$

$$V = 17 \text{ cm/s}$$

Aandrijving van de vis

Opmerking: Voor deze activiteit is een volledig geassembleerde bionische vis nodig en een bak met een aanzienlijke lengte die gevuld is met voldoende water om de vis te laten zwemmen.

Een meer gedetailleerde blik op de vorm en de structuur van een staartvin maakt duidelijk hoe het ontwerp van de staart het mogelijk maakt dat een vis zich voortstuwt en door het water beweegt.

Deze illustraties tonen de beweging van een staartvin in het water. Net zoals een propeller op een boot een waterstraal achter de propeller genereert om hem vooruit te bewegen, genereert de beweging van een staartvin ook een straal die voortbewegen mogelijk maakt. Onderstaande illustraties geven de bewegingen weer van een staartvin die hem vooruit stuwt.

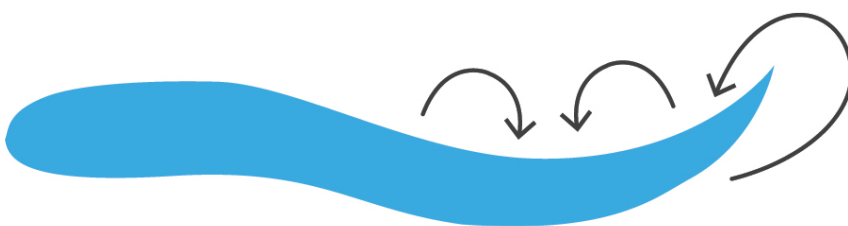
Stap 1: De staart beweegt naar binnen in één richting.



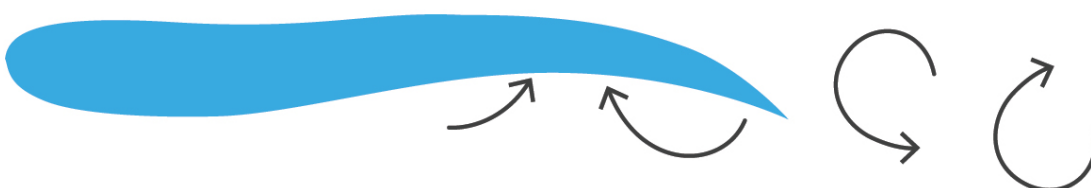
Stap 2: De staart begint zich in de tegenovergestelde richting te bewegen.



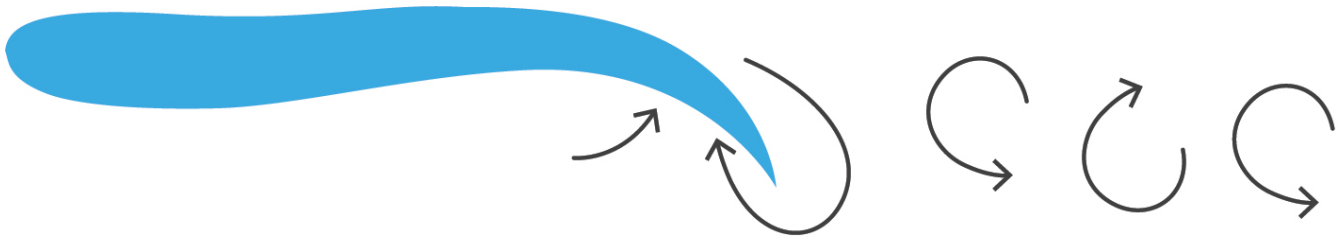
Stap 3: Als de staart zich in die richting blijft bewegen, begint zich achter de staart een draaikolk te vormen.



Stap 4: De staart beweegt weer in de tegenovergestelde richting en vormt meer wervelingen en begint de vis naar voren te duwen



Stap 5: De staartbeweging gaat door, met ordelijke wervelingen die zich achter de vissen vormen om voortstuwing door het water te bereiken.



Om zich in het water voort te stuw, moet een vis de weerstand op zijn lichaam overwinnen. Om dit te doen, moet hij het water in de tegenovergestelde richting van zijn lichaam duwen. De beweging van de vissen in de bovenstaande stappen toont aan dat de wervelingen uit de staart worden afgeworpen, en de vorming van deze wervelingen zijn wat het mogelijk maakt om de benodigde hoeveelheid water van de vis weg te duwen.

Een draaikolk kan worden gedefinieerd als een massa van wervelende stroming. De wervelingen die een vis genereert zijn eigenlijk zeer geordend en consistent. En omdat ze zo consistent zijn, vormt zich achter de vissen een waterstraal uit deze wervelwinden. Deze straal werkt zoals een waterstraal die de schroef van een boot zou produceren.

Vinuitslag en snelheid experiment

De manier waarop een staartvin beweegt, stelt een vis in staat om snel en efficiënt door het water te bewegen. De staart drijft de vis voort terwijl hij heen en weer beweegt. Met de bionisch vis heb je de mogelijkheid om zowel de snelheid van de staart als de grootte van de staartuitslag te regelen. Experimenteer met 5 verschillende snelheids-instellingen en 5 verschillende uitslagmaten, en bepaal of dit een zichtbaar effect heeft op hoe snel de bionische vis zich door het water beweegt. Gebruik de onderstaande tabel om je resultaten en notities bij te houden.

	uitslag maat 1 (klein)	uitslag maat 2	uitslag maat 3	uitslag maat 4	uitslag maat 5 (groot)
vinsnelheid 1 (langzaam)					
vinsnelheid 2					
vinsnelheid 3					
vinsnelheid 4					
vinsnelheid 5 (snel)					

Analyse en conclusies

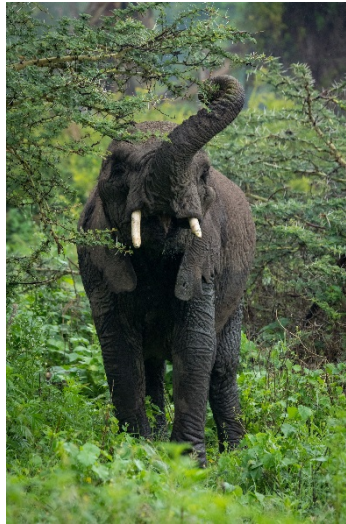
Wat kunt je op basis van de resultaten concluderen in termen van de effecten van de vin-snelheid en de vin-uitslag op de snelheid waarmee de vissen zich door het water kunnen bewegen?

Leerlingen moeten hun conclusies trekken op basis van hoe snel de waargenomen snelheid van de vis was onder de verschillende omstandigheden. Ze moeten optimaal uitleggen onder welke omstandigheden de vissen het langzaamst en het snelst bewogen (bijvoorbeeld de snelste vin-snelheid en de grootste vin-uitslag) en hoe de vin-snelheid en de vin-uitslag uiteindelijk van invloed waren op de snelheid waarmee de vissen zich bewogen.

Slurf van een olifant

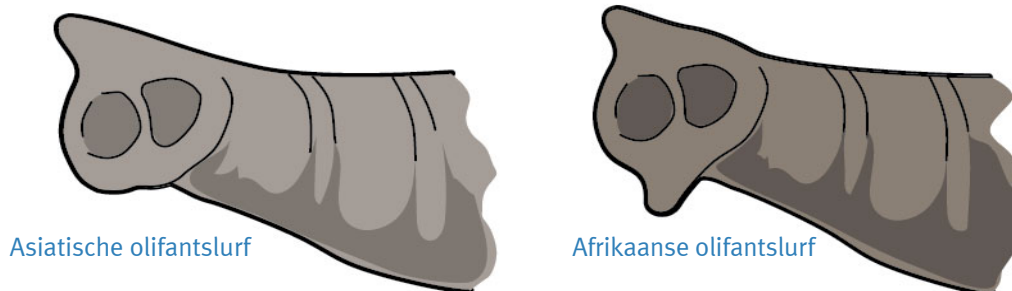
Opmerking: Deze activiteit vereist een volledig geassembleerde bionische olifantslurf en voorwerpen van verschillende vormen, maten, gewichten en materialen.

De slurf van een olifant is om vele redenen fascinerend. De slurf is zeer uniek, vooral de manier waarop een olifant deze kan bewegen. Hij is gevoelig maar ook sterk. Een olifant kan hem buigen en strekken om boven zijn hoofd te komen, zo hoog dat hij zelfs dingen kan bereiken die de olifant niet kan zien. Door de lange slurf hebben olifanten toegang tot voedsel dat buiten het bereik ligt van veel andere dieren die hun leefgebied delen.



Niet alleen is het verbazingwekkend hoe ver olifanten met hun slurf kunnen reiken, ook de manier waarop de olifant in staat is om voorwerpen op te rapen is zeer indrukwekkend. De punt van de slurf functioneert als een "hand". De slurfpunt is erg gevoelig (hij bevat veel zenuwen) en hij is erg behendig (dit betekent dat de slurfpunt erg handig is en voorwerpen heel fijn kan oppakken).

Verschillende soorten olifanten hebben een iets andere vorm van de slurfpunt. Zo heeft de Aziatische olifant bijvoorbeeld één "vinger" aan de bovenste helft van de punt van zijn slurf. Als een Aziatische olifant iets wil oppakken, "grijpt" hij het voorwerp meestal vast door zijn slurf onder en rond de punt te krullen. De Afrikaanse olifant heeft twee "vingers" op de punt van zijn slurf; denk aan de Afrikaanse olifant als een duim en wijsvinger op een menselijke hand. Hierdoor kan de Afrikaanse olifant voorwerpen die ze willen oppakken "knijpen" en het voorwerp tussen de twee "vingers" houden.



Kijk naar de kenmerken van de bionische slurf van de olifant en gebruik de slurf om te proberen een voorwerp op te pakken. Lijkt het ontwerp van de bionische slurf het meest op de slurf van een Aziatische olifant of van een Afrikaanse olifant? Welke methode gebruikt de bionische slurf om voorwerpen op te rapen?

Leerlingen moeten vaststellen dat de bionische slurf meer lijkt op de slurf van een Afrikaanse olifant, omdat de bionische olifant twee "vingers" heeft. Daarom moeten de leerlingen ook vaststellen dat de bionische olifant de "knijpmethode" gebruikt om voorwerpen op te pakken.

Oppakken van objecten

Wetenschappers hebben onderzocht hoe echte olifanten voorwerpen van verschillende vormen, maten en gewichten kunnen oppakken en dragen. Olifanten zijn in staat om hun slurf zo te buigen dat ze het gewicht van een voorwerp kunnen dragen terwijl ze de punt van hun slurf naar beneden richten om het beter vast te pakken en op te pakken. Olifanten kunnen de hoeveelheid neerwaartse druk die ze uitoefenen aanpassen om gevoeliger voorwerpen op te pakken.

De bionische olifant-grijper is ontworpen om de functionaliteit van een echte slurf van een olifant na te bootsen, waarmee je voorwerpen van verschillende vormen en maten en zelfs delicate voorwerpen kunt oppakken (zonder ze te breken). Experimenteer met de grijper door te proberen een verscheidenheid aan voorwerpen op te pakken. Je kunt de onderstaande tabel gebruiken om bij te houden wat voor soort objecten u probeert op te pakken, de kenmerken van de objecten en een sectie om aan te geven of u erin geslaagd bent om dat object op te pakken.

Object	Object kenmerken	Opmerkingen

Observaties en analyses

Zodra je een aantal objecten hebt opgepakt, analyseer dan je resultaten. Zijn er overeenkomsten tussen de objecten die de grijper met succes heeft opgepakt? Hoe zit het met eventuele overeenkomsten die je kunt vinden tussen objecten die de grijper niet kon oppakken?

De antwoorden zullen variëren, afhankelijk van de gebruikte objecten. Leerlingen moeten in staat zijn om gemeenschappelijke kenmerken te vinden tussen bepaalde objecten en deze hier te identificeren. Ze moeten ook de gemeenschappelijke kenmerken van objecten identificeren die de bionische olifant niet kon oppakken.

Wat voor soort objecten denk je dat het ontwerp van de grijper je in staat stelt om dat andere grijper-ontwerp op te pikken dat andere grijper-ontwerp misschien niet kan?

De antwoorden kunnen hier variëren, afhankelijk van de gebruikte objecten en of de studenten de industriële versie van deze grijper hebben gezien in de video's op de website, enz. Mogelijke antwoorden kunnen fragiele voorwerpen zijn, omdat het ontwerp het mogelijk maakt om voorwerpen, ronde voorwerpen, bolvormige voorwerpen, enz. zachter vast te pakken.