TEKST • GERT-JAN VAN HEUGTEN

KLEIN DIERTJE, GROOTS ONTWERP

HOE ANDY MCINTOSH ZICH DOOR DE BOMBARDEERKEVER LIET INSPIREREN

Met z'n amper twee centimeter ziet de bombardeerkever er niet heel erg indrukwekkend uit. Toch is hij een wonder van ontwerp. Wat kun je van dit kevertje leren?

Er zijn meer dan 500 soorten bombardeerkevers. Die leven overal ter wereld. Ook in Nederland kun je ze vinden, al zijn ze zeldzaam: alleen in Zuid-Limburg komen ze voor. Bombardeerkevers leven in de buurt van water. Het beestje dankt zijn naam aan een heel ingenieus afweermechanisme. Als de kever wordt bedreigd richt hij zijn achterlijf naar zijn belager en schiet dan een kokendhete stroom bijtende chemicaliën. Roofdieren die dachten een gemakkelijk maaltje te vinden komen van een koude kermis thuis. In de meeste gevallen wint de bombardeerkever de confrontatie.



Andy McIntosh

Dat afweermechanisme van de kever zit enorm complex in elkaar. In het kleine achterlijfje wordt namelijk een hele specifieke reeks stappen doorlopen (zie kader rechts).

In de praktijk herhalen die stappen zich een heel aantal keren, zo snel dat het klinkt als één enkele knal. Pas wanneer je met een hogesnelheidscamera de kever filmt zie je dat het in feite allemaal afzonderlijke explosies zijn.

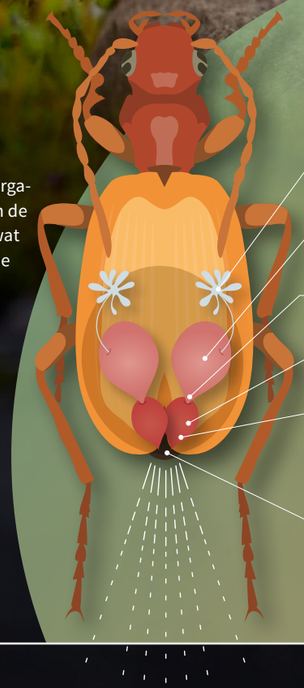
COMPUTERSIMULATIE

Verschillende wetenschappers hebben jarenlang onderzoek gedaan om erachter te komen hoe het afweermechanisme van de bombardeerkever werkt. Een van hen is Andy McIntosh. Hij is gastprofessor warmteleer (thermodynamica) aan de universiteit van Leeds, universitair hoofddocent aan de Mississippi State University en spreker bij onder andere Answers in Genesis. In totaal heeft Andy 190 wetenschappelijke artikelen op zijn naam staan, waaronder een aantal over de bombardeerkever.

„De kever fascineerde mij," vertelt Andy met een kalm, Brits accent. „Wat daar in die kever gebeurt is verbranding, en dat is mijn vakgebied. Ik wilde weten hoe dat bij de kever werkt." Om dat uit te zoeken verzamelde Andy een team van deskundigen om zich heen. Met behulp van computermodellen maakten ze een versimpelde weergave van de verbrandingskamer van de kever, om te kunnen berekenen wat er binnenin gebeurt. „De simulatie was behoorlijk complex. Je hebt een model waarbij twee fasen, vloeistof en gas, gelijktijdig in een kamer aanwezig zijn. Daar zit lastige wiskunde achter, en je weet ook niet alle factoren. Je kunt niet zomaar een drukmeter in een bombardeerkever aanbrengen, dus moesten we de overdruk schatten. Ik deelde mijn idee met een computerdeskundige, en zo kwamen we tot een werkend model."

EXPLOSIEF

HOE WERKT HET AFWEERMECHANISME VAN DE BOMBARDEERKEVER?



1. Klieren in het achterlijf produceren de chemicaliën waterstofperoxide (H_2O_2) en hydrochinon ($C_6H_6O_2$).
2. Die chemicaliën worden opgeslagen in een speciale blaas.
3. Wanneer de kever wordt bedreigd brengt hij een gedeelte van de chemicaliën in een explosiekamer.
4. Een katalysator zorgt ervoor dat waterstofperoxide en hydrochinon heftig reageren.
5. De explosiekamer heeft een inlaatklep en een uitlaatklep. Door de chemische reactie neemt de druk in de kamer toe. Dit zorgt ervoor dat de inlaatklep automatisch sluit, en de uitlaatklep zich opent.
6. Een korte puls van het hete gas wordt naar buiten geperst. Door de onderdruk die nu in de explosiekamer is ontstaan stromen er vanzelf nieuwe chemicaliën in, klaar voor de volgende puls.

VAN MODEL NAAR PROEFOPSTELLING

Toen Andy zijn werk een keer presenteerde bij een conferentie over biomimiek – het nabootsen van de natuur in technologie –, werd hij benaderd door een ondernemer. „Deze vroeg me of ik het zag zitten om het klepsysteem na te bouwen. Met behulp van een technicus hebben we toen een opstelling gemaakt. We gebruiken daarin geen chemie, enkel water dat we verhitten. Door de buitenste klep dicht te houden verhoog je de druk, net als in een snelkookpan. Wanneer we de klep openen gaat het water in de kamer ineens koken.” Het komt dan met grote kracht naar buiten.

Andy ontdekte dat ze met hun opstelling dezelfde resultaten konden behalen als de bombardeerkever. „De verbrandingskamer van de kever is 1 millimeter lang. Daarmee kan hij tot 20 centimeter ver schieten. Dat is een verhouding van 1 staat tot 200. Onze eigen drukkamer is 2 centimeter lang, en wij konden de stoom en waterdruppels over een afstand van vier meter schieten. Dat is dezelfde verhouding. Toen wist ik dat we op het goede spoor zaten.”

TOEPASSING

Dat je de verbrandingskamer en het klepsysteem van een bombardeerkever kunt nabootsen is al een hele kunst, maar Andy wil meer: „Door de dampexplosie gaat niet alleen stoom naar buiten. Er worden ook druppeltjes meegevoerd. We hadden een verstuiver gemaakt. Het bedrijf Swedish Biomimetics 3000 is een paar mogelijke toepassingen aan het onderzoeken: brandblussers en verbrandingsmotoren. Zelf heb ik drie patenten op basis van bombardeerkevertechnologie.”

> „MISSCHIEN MOESTEN WE MAAR DE KEVER PATENTEREN?”

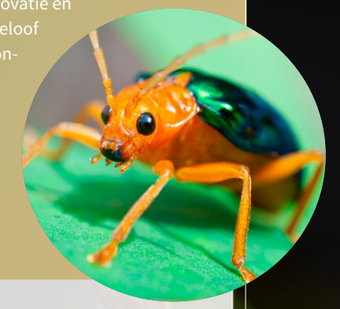
De mensen bij het patentbureau zagen Andy al aankomen met al z’n patenten. „Een medewerker die ons bij het project adviseerde stelde heel serieus voor om misschien maar te proberen de bombardeerkever te patenteren.” Maar dat patent, vindt Andy, ligt al bij een Ander.

Hoe kom je nu van een ontwerp uit de natuur tot een innovatie die mensenlevens kan veranderen? Volgens Andy begint dat bij het stellen van de goede vragen. „Ruimtevaartkundige Theodore von Kármán zei eens dat een wetenschapper de wereld bestudeert zoals die is, maar een ingenieur creëert een wereld die er nog niet eerder was. Een ingenieur wil weten hoe dingen werken, en hoe je ze toe kunt passen. Ik geloof dat de kever ontworpen is, en dat de verbrandingskamer geen toevalligheid is. Als christen en creationist ben je in een betere positie om die vragen te stellen en om te leren van de natuur dan evolutionisten.” Niet dat evolutionisten volgens Andy geen goede wetenschap kunnen bedrijven, maar ze beginnen met een achterstand. „Een bioloog stelde me eens de vraag: ‘Waarom zou je een dier willen bestuderen dat bezig is naar iets beters te evolueren?’”

Juist Andy’s geloof in een God Die de wereld heel doelbewust heeft gemaakt stelt hem in staat het ontwerp in de natuur te zien en na te bootsen. „Ontwerp is een bevestiging van mijn geloof,” vertelt Andy enthousiast. „Ik geloof in Christus en de Bijbel, dus ben ik niet verbaasd overal ontwerp te zien. Het is niet altijd direct duidelijk, maar als je dieper kijkt zul je altijd ontwerp tegenkomen.”

ERKENNING VOOR CREATIONIST

Een creationist die op een universiteit werkt is veel evolutionisten een doorn in het oog. Andy ondervond dat aan den lijve in 2006, toen de bekende atheïst Richard Dawkins hem probeerde zwart te maken. „Dawkins schreef een stuk voor de krant *The Guardian*,” vertelt Andy. „Hij gaf een verkeerde weergave van mijn onderzoek, omdat hij thermodynamica niet begrijpt.” Gelukkig gaf de universiteit geen gehoor aan Dawkins’ oproep om Andy te ontslaan. „Het onderzoek naar de bombardeerkever ging verder, en ik prijs God dat Hij ervoor zorgde dat we in 2010 de *Times Higher Education Award* kregen voor onze ‘uitmuntende bijdrage aan innovatie en techniek’. Ik geloof dat God ons onderzoek heeft gezegend doordat we Hem op de eerste plek zetten.”



DRIE INGENIEURSTIPS VAN ANDY

Hoe word je een goed wetenschapper? Hier zijn drie tips van Andy, die je ook op andere terreinen van je leven kunt toepassen:

1. **ZET GOD OP DE EERSTE PLAATS**
   „Betrek God bij je werk. Je moet je geloof niet loskoppelen van de wetenschap. Geef God de eer. Bid voor je werk en wat de volgende stap mag zijn.”

2. **WERK HARD**
   „Verwacht niet direct resultaten. Onderzoek doen is hard werken en volhouden. Over veel zaken moet goed worden nagedacht: waar je je geld aan uitgeeft, of je berekeningen wel kloppen. Neem de tijd ervoor.”

3. **WEES NEDERIG**
   „Onderzoek doe je bijna nooit alleen, je werkt altijd samen, in een team. Wees bereid om met anderen in gesprek te gaan, luister naar hun ideeën. Geef niet alleen God de eer, maar erken ook het werk van je teamleden.”

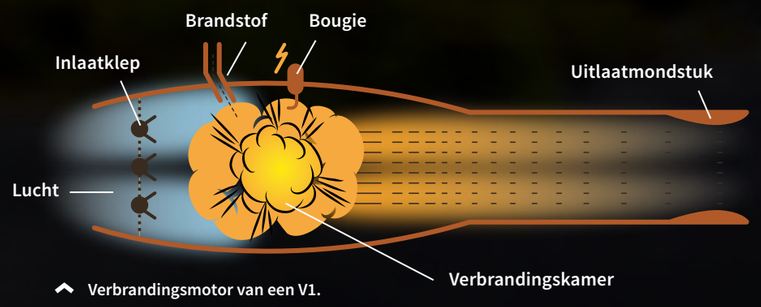
VAN BOMBARDEERKEVER NAAR STRAALMOTOR

Evolutionisten breken er hun hoofd over hoe het afweermechanisme van de bombardeerkever kon ontstaan. Wat maakt dat dit kevertje zo’n evolutionair dilemma is?

- De juiste chemicaliën moeten door de kever worden aangemaakt.
- Er moet een opvangblaas zijn voor de chemicaliën.
- De opvangblaas moet gescheiden zijn van de explosiekamer.
- De in- en uitgang van de explosiekamer moeten met een klep zijn afgesloten.
- Er moet een katalysator aanwezig zijn om de chemicaliën tot ontploffing te brengen.
- De kever moet zijn schietorgaan kunnen richten op de belager.
- De explosie moet gecontroleerd gaan, het achterlijf mag niet te heet worden.

Als een van deze eigenschappen ontbreekt is het afweermechanisme niet functioneel. Dan heeft het kevertje er dus ook geen evolutionair voordeel van. Natuurlijke selectie kan niet selecteren op een systeem dat geen voordeel biedt. Vandaar dat dit kevertje evolutionisten slapeloze nachten bezorgt: de bombardeerkever is een duidelijk voorbeeld van intelligent ontwerp.

Dat de bombardeerkever is ontworpen kun je ook zien aan Andy’s verbrandingsmotor. Daar zijn veel uurtjes rekenwerk en experimenteren in gaan zitten. Maar Andy is niet de eerste die de explosiekamer van de bombardeerkever heeft nagemaakt. Toevalligerwijs gebruikt de pulserende straalmotor een vergelijkbaar principe. Deze was in de jaren 40 berucht omdat hij het Duitse V1-langeafstandswapen voortstuwde.



Verbrandingsmotor van een V1.

- In de explosiekamer van de straalmotor wordt brandstof met lucht tot ontploffing gebracht.
- De explosie duwt een klep naar de aanvoer dicht, zodat de gassen er alleen aan de achterkant uit kunnen.
- Dat gebeurt met zoveel kracht dat er in de explosiekamer een onderdruk ontstaat.
- Hierdoor wordt de klep opengetrokken en stroomt er nieuwe brandstof de explosiekamer binnen.
- Door de hitte van de vorige explosie ontploft het mengsel en herhaalt het proces zich.

Duizenden V1’s werden, vaak vanuit Nederland, richting Engeland geschoten.



De Britten wisten dat ze veilig zaten zolang ze de *pop-pop-pop* van de pulserende straalmotor hoorden. Viel het geluid weg, dan was de brandstof op en kwam de V1 naar beneden. Het wapen was niet gericht en miste vaak doel, maar het was wel een effectief terreurwapen, omdat het vanwege z’n onvoorspelbaarheid ook vaak op woonwijken terechtkwam.

WEET MEER:
www.weet-magazine.nl/v1

WEET MEER:
www.weet-magazine.nl/bombardeerkever
www.andymcintosh.org