

LEWENSWETENSKAPPE: VRAESTEL II

**BRONMATERIAALBOEKIE VIR
VRAE 1, 2 EN 3**

AFDELING A

VRAAG 1

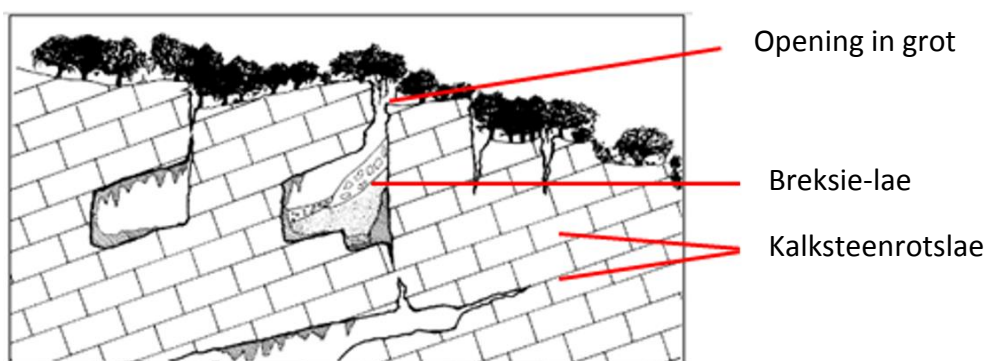
Lees die onderstaande inligting. Gebruik hierdie inligting asook jou eie kennis om Vraag 1 in die vraestel te beantwoord.

LITTLE FOOT BEKENDGESTEL IN SUID-AFRIKA

1. Sterkfonteingrotte

Die Sterkfonteingrotte is net een stel van die vele grotte in die Wieg van die Mensdom, wat sowat 40 km wes van Johannesburg gevind word. Hierdie grotte is gevorm in 'n tipe rots wat kalksteen genoem word. Die grotte het sowat 20 miljoen jaar gelede begin vorm toe effens suur reënwater deur die kalksteenrotse begin lek het. Dit het uiteindelik stukke van die rots opgelos en hol ruimtes ondergronds gevorm. Met verloop van tyd het hierdie ruimtes in grootte toegeneem en grotte gevorm wat baie kilometers lank is. Soos die grotte groter geword het, het sommige se plafonne ineengestort en openinge op grondvlak gevorm. Dit het 'n gevaarlike situasie vir baie diere geskep aangesien hulle maklik in die grotte kon val. Dit is hoekom so baie fossiele in die grotte gevind is.

Met verloop van tyd het die materiaal (bene, sand, klippe en rotse) wat in die grotte geval het, op die grotvloer opgebou. Hierdie neerslae, gemeng met reënwater wat kalsiumkarbonaat van die kalksteen bevat, het 'n betonagtige stof genaamd breksie gevorm.



Figuur 1.1 – Diagram wat die vorming van die Sterkfonteingrotte toon



Hedendaagse ingang na Sterkfonteingrotte – deur 'n opening in die plafon



Nog 'n opening in die plafon van die Sterkfonteingrotte

Figuur 1.2

[<<https://www.pickingupthetab.files.wordpress.com>>]; [<<https://www.sterkfonteincountrystates.org>>]

2. Little Foot Ontdekking

In 1994 het Ronald Clarke, 'n paleoantropoloog ('n wetenskaplike wat die geskiedenis en evolusie van lewe op aarde bestudeer deur na fossiele te kyk) aan die Universiteit van die Witwatersrand, 'n paar klein beentjies gevind in 'n versameling fossiele wat uit 'n gedeelte van die Sterkfonteingroup, genoem die Silberberggrot, gevind is.

Clarke en 'n ander paleontoloog aan Wits Universiteit, professor Philip Tobias, het besef dat hierdie bene aan 'n onbekende spesie *Australopithecus* behoort.



Figuur 1.3 – Die hek wat die ingang na die Silberberggrot in die Sterkfonteingroup bewaak

[<<https://www.encrypted-tbn0.gstatic.com>>]

In 1997 het Clarke weer deur 'n boks bene by Wits Universiteit gegaan. Hierdie bene is ook uit die Silberberggrot versamel en is as "aapfossiele" gemerk, maar sommige bene was duidelik nie aapbene nie. Clarke het besef dat hulle aan dieselfde spesie behoort as die eerste stel bene wat hy bestudeer het. Aangesien die voetbene relatief klein was, het hy die nuutgevonde spesimen "Little Foot" gedoop.

Dit het gelyk of een van die bene in die been, 'n skeenbeen, gebreek was (waarskynlik deur mynwerkers wat in die vroeë 20ste eeu die grotte vir kalksteen ontgin het). Clarke het geraai dat, omdat daar bene van beide linker- en regtervoete en -bene was, die res van die skelet dalk nog in die Silberberggrot was.

Clarke het sy assistente, Stephen Motsumi en Nkwane Molefe, gevra om die Silberberggrot te deursoek vir die stuk been wat by die been- en voetbene pas. Verbasend genoeg het die mans na net twee dae die bypassende been gevind wat uit breksie in die muur van die grot gestee het.



Figuur 1.4 – Stephen Motsumi & Nkwane Molefe hou die stuk voetbeen van Little Foot vas

[Beeld kopiereg Paul Myburgh]

3. Uitgraving

Die span het die fossiel opgegrawe met hamers en beitels en later met 'n dik vibrerende naald wat 'n lugpen genoem word, aangesien die fossiel baie sagte bene gehad het. Die proses om die bene te verwyder was dus uiters stadig. "Dit was soos om dun papier uit beton te grawe," het prof Clarke gesê.

Na meer as 20 jaar se uitgrawings, skoonmaak en aanmeekaarsit, het prof Clarke vir die eerste keer 'n artikel in die *Journal of Human Evolution* gepubliseer wat die skelet beskryf. Hy het gesê dat dit 'n nuwe spesie is en die naam *Australopithecus prometheus* voorgestel.



Paleoantropoloë wat Little Foot herwin van breksie binne die Silberberggrot
[Krediet: Patrick Landmann. Barras, C. 2018. "'Little Foot' hominin emerges from stone after millions of years'. *Nature* 564: 169–170]



Little Foot-skedel en sleutelbeen vasgevang in breksie
[<<https://www.smithsonianmag.com>>]



Prof Ronald Clarke met sommige dele van Little Foot
[<<https://www.mg.co.za/article>>]



Volledige Little Foot-skelet ten toon gestel
[<<https://www.wits.ac.za>>]

Figuur 1.5

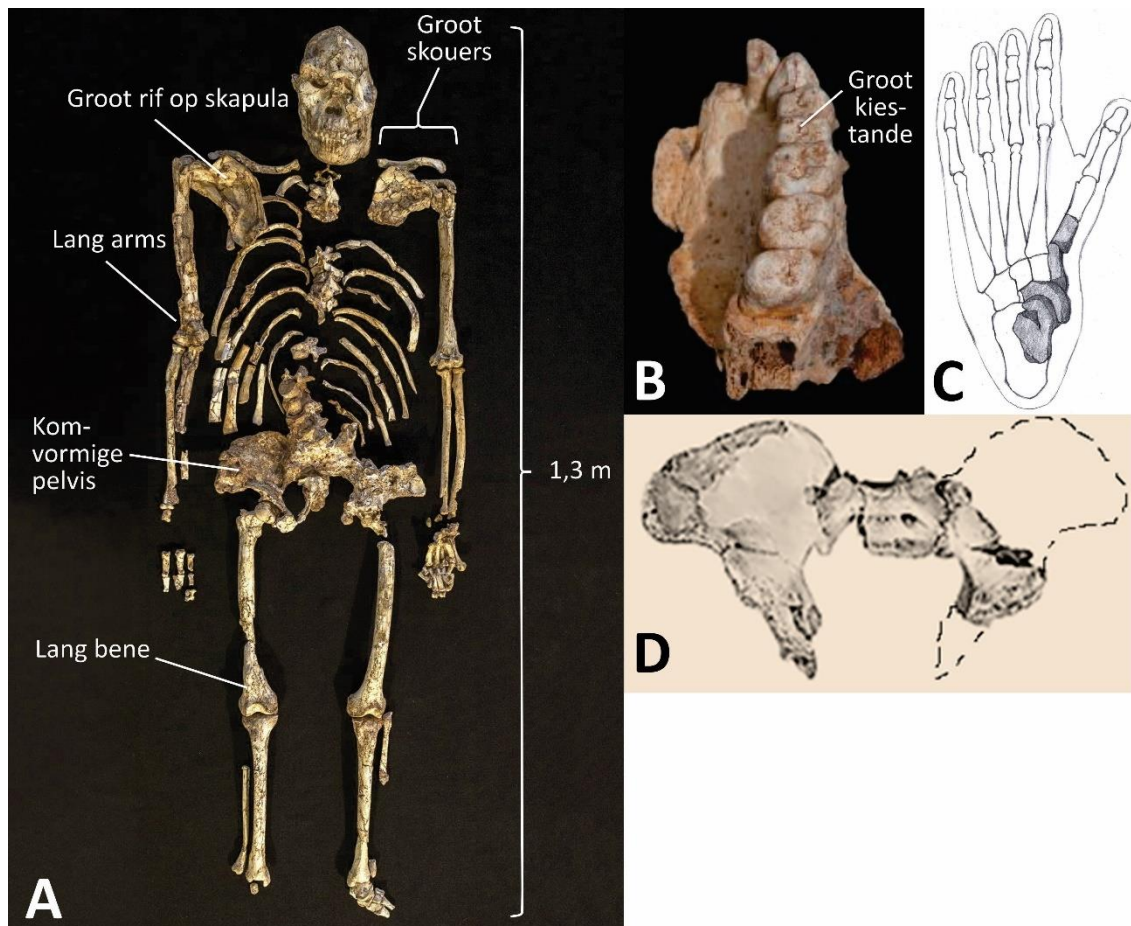
4. Eienskappe

Daar word aanvaar dat Little Foot 'n jong meisie was. Die eerste doelwit van Clarke en sy span was om te bepaal hoe sy in die grot gekom het. Die twee hipoteses wat hy oorweeg het, was die volgende:

1. Sy het in die grot geval en in die grot gesterf;
2. Sy is buite die grot dood en haar oorskot het mettertyd in die grot ingespoel.

Clarke het gesê die rede waarom die bene so sag is, is moontlik omdat dele van die skelet in 'n plas water in die grot gelê het. Dit het daartoe gelei dat die bene kalsium verloor en baie dun geword het. Hierna het breksie stadig om haar skelet opgebou.

Die skelet is 93% volledig, met baie bene wat nog aanmekaar verbind is. Geen roofdiermerke is op die bene teenwoordig nie. In 2015 is die ouderdom van die breksie rondom die skelet gedateer as 3,67 miljoen jaar oud. Dit sou beteken dat Little Foot ongeveer 500 000 jaar voor Lucy, die beroemde geraamte van 'n antieke menslike familielid wat in Ethiopië gevind is, gelewe het.

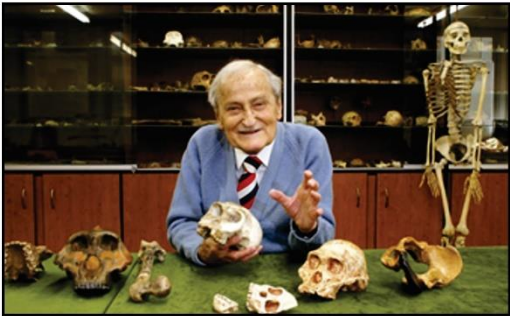


Figuur 1.6 – A. Volledige Little Foot-skelet. **B.** Kiestande van Little Foot. **C.** Tarsale en metatarsale gedeelte van Little Foot. **D.** Heupbene.

[<<https://www.scx2.b-cdn.net>>]; [<<https://www.i.pinimg.com>>]; [<<https://www.wits.ac.za>>]

Ontleding van Little Foot toon dat *A. prometheus* waarskynlik tweeevoetig was, maar ook baie viervoetige kenmerke gehad het. Sy sou tuis gewees het in bome en gemaklik op twee bene kon loop.

5. Philip Tobias

<p>Wêreldberoemde paleontoloog.</p> <p>Lei opgrawings by Sterkfontein-grotte, nou 'n wêrelderfenisgebied wat bekend staan as die Wieg van die Mensdom – Sterkfontein het meer as 'n derde van die wêreld se hominiedfossielvondste opgelewer.</p>		<p>Drie keer vir 'n Nobelprys genomineer. Grade in selbiologie, fisiologie en geneeskunde.</p> <p>Professor en Hoof van die Departement van Anatomie en Menslike Biologie aan die Universiteit van die Witwatersrand</p>
---	--	--

Figuur 1.7 – Prof Philip Tobias

[<<https://www.cdn04.allafrica.com>>]

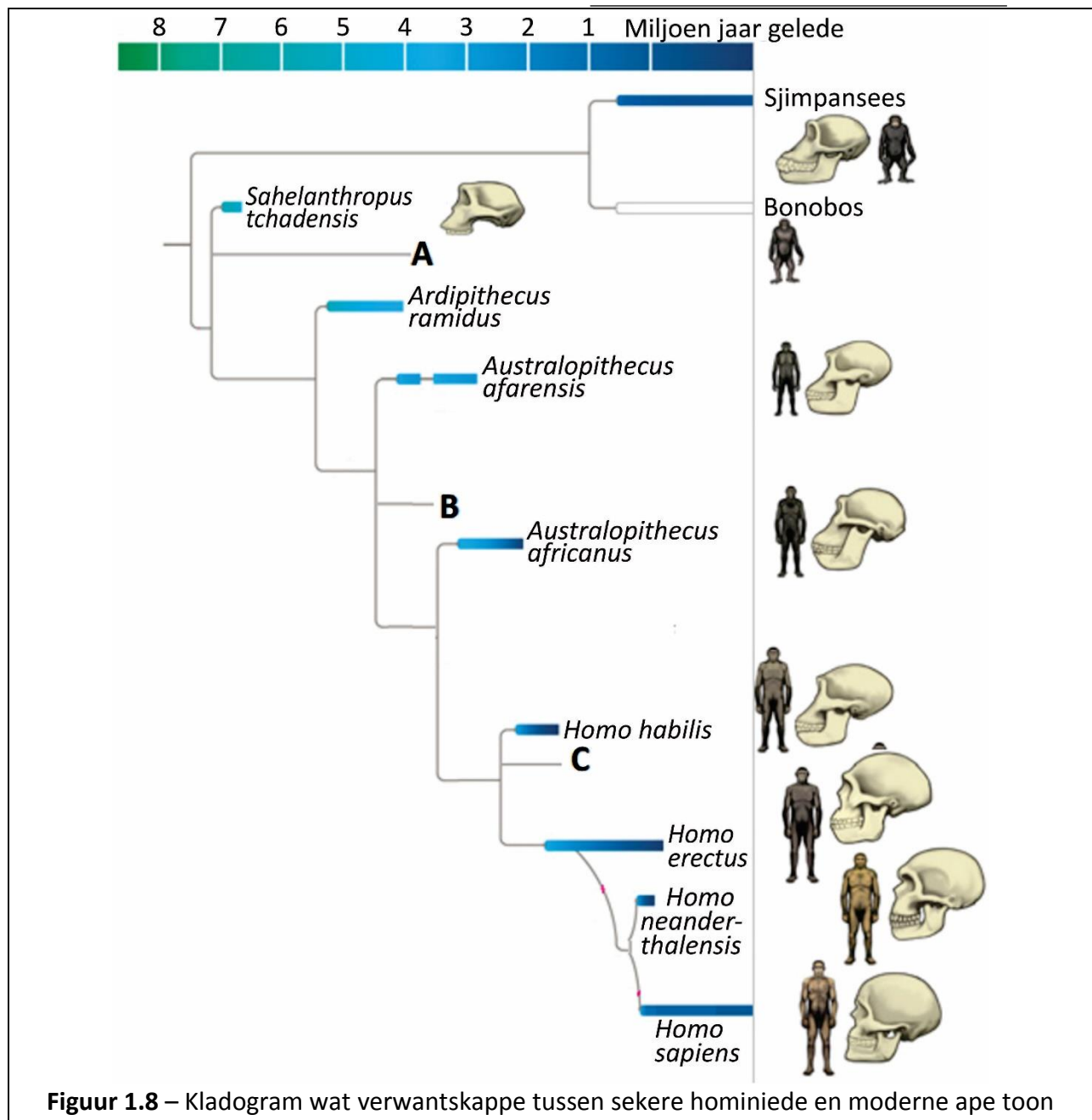
In die jaar wat Philip Tobias gebore is, het die antropoloog Raymond Dart vasgestel dat die Wieg van die Mensdom in Afrika is en nie in Asië of Europa nie. Tobias het uiteindelik saam met Dart gewerk.

In 1959 het die argeoloë Louis en Mary Leakey vir Tobias 'n skedel, wat hulle in die Olduvai-kloof in Tanzanië ontdek het, gestuur om te ondersoek. In 1964 het Tobias dit as 'n nuwe hominiedspesie bevestig en dit *Homo habilis* genoem.

Tobias was 'n uiters dapper teenstander van apartheid. Hy het dit as 'n uiters belangrike politieke feit beskou dat mense in Afrika ontwikkel het en het geglo dit is die plig van die wetenskap om die waarhede oor ras wat strydig was met die idees van apartheid, bloot te lê, en gesê: "Die kleur van iemand se vel is geneties van geen wetenskaplike belang hoegenaamd nie."

Philip Tobias is in 2012 oorlede en is in die Wesparkse Joodse Begraafplaas in Johannesburg begrawe.

6. Kladogram



[Bron: <<https://www.evolution.berkeley.edu>>]

Verwysings vir Vraag 1

- [Aangepas: Clarke, R. J. 1998. First ever discovery of a well-preserved skull and associated skeleton of an *Australopithecus*. *South African Journal of Science* 94: 460–463]
- [Crompton, R. H., et al. 2021. *Australopithecus prometheus*: Its significance for an Australopith Bauplan. *Folia Primatol.*92:243–275]
- [Aangepas: Geggel, L. 2018. 'Miracle' Excavation of 'Little Foot' Skeleton Reveals Mysterious Human Relative. *Livescience*]
- [Aangepas: Mining and the discovery of the Sterkfontein Caves. <<https://www.maropeng.co.za>>]
- [Philip Vallentine Tobias. <<https://www.theguardian.com>>]
- [Aangepas: Price, M. 2018. Identity of Little Foot fossil stirs controversy. *Science* 362(6419)]
- [Aangepas: Little Foot's history revealed for the first time. 2018. Wits University <<https://www.wits.ac.za>>]
- [Aangepas: <<https://news.usc.edu>>]
- [Aangepas: <<https://www.biorxiv.org>>]

VRAAG 2

Lees die onderstaande inligting. Gebruik hierdie inligting asook jou eie kennis om Vraag 2 in die vraestel te beantwoord.

STOKINSEK- KONVERGENTE EVOLUSIE

1. Stokinsekte

Stokinsekte is 'n groep insekte wat verwant is aan bidsprinkane of hottentotsgotte. Hulle behoort tot die insek orde *Phasmatodea*, wat uit ongeveer 3 000 spesies bestaan. Stokinsekte lyk soos die takkies waartussen hulle woon, en voorsien hulle van een van die doeltreffendste natuurlike kamoeflerings op aarde.

Hierdie insekspesies wissel in grootte van die klein, 1,5 cm lange *Timema cristinae* van Noord-Amerika, tot die baie groot 33 cm lange *Phobaeticus kirbyi* van Borneo, wat meer as 52 cm lank is met sy bene uitgestrek, wat dit een van die wêreld se langste insekte maak.

Stokinsekte is oor die algemeen bruin of groen van kleur, hoewel sommige spesies helder kleure het. Hulle word hoofsaaklik in woude en grasvelde in tropiese gebiede aangetref en vreet meestal blare.

Figuur 2.1 – 'n Voorbeeld van 'n stokinsek (*Acanthoxyla inermis*)

[<<https://www.3.bp.blogspot.com>>]



2. Lord Howe-stokinsek

Sekere spesies stokinsekte het 'n baie stewiger liggaamstruktuur – dikwels met groot kragtige bene (sien Figuur 2.2). Hierdie spesies word in Nieu-Guinee, Australië, Nieu-Kaledonië en verwante eilande aangetref.

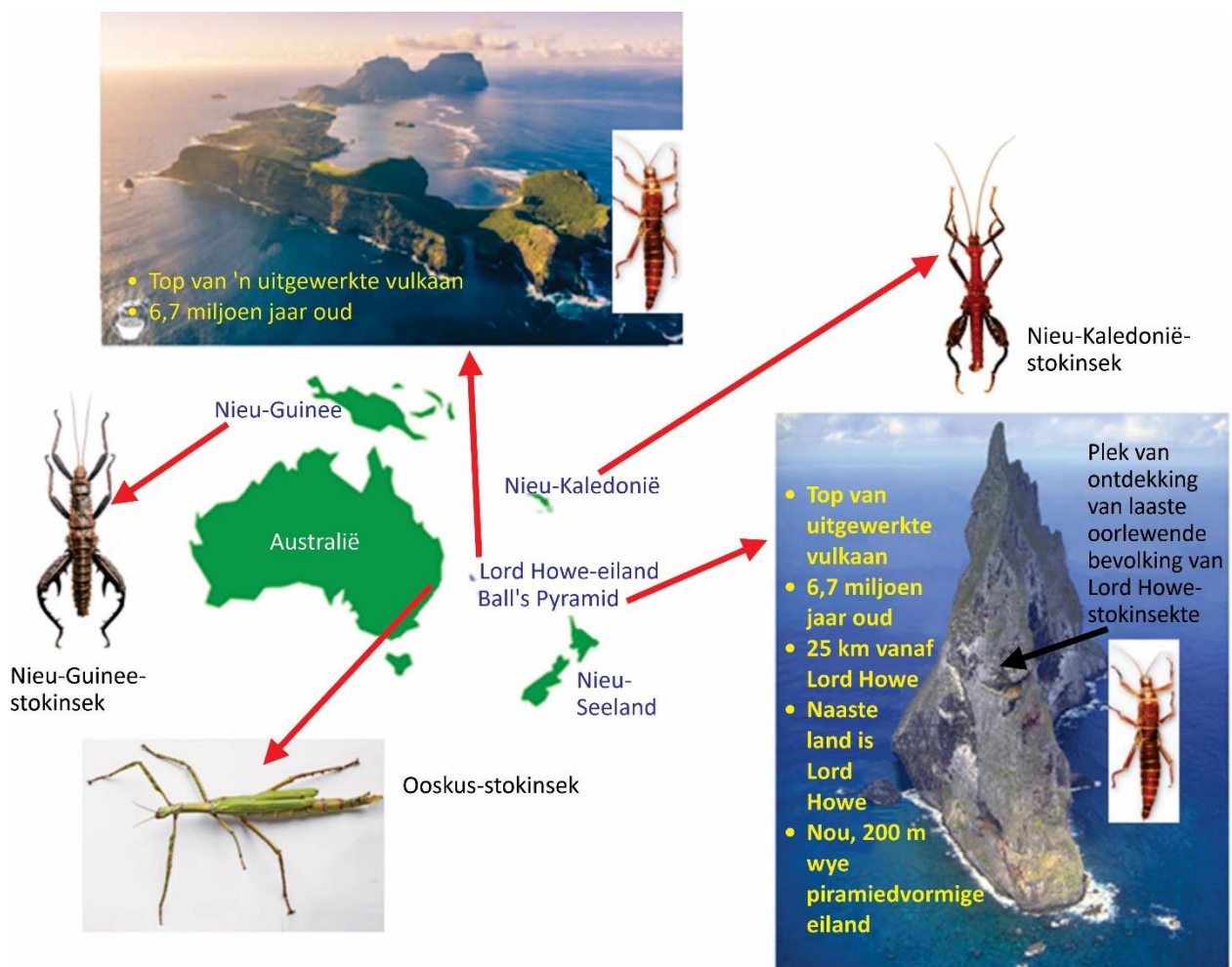
Die Lord Howe-stokinsekte (*Dryococelus australis*) is een van die bekendste van hierdie stokinsekte. Hierdie spesie is 'n groot (tot 130 mm) grondbewonende insek wat eens algemeen op Lord Howe-eiland, 'n klein eiland 600 km oos van Australië, was. Die enigste ander plek waar hierdie spesie voorgekom het, was op 'n selfs kleiner eiland genaamd Ball's Pyramid. Die naaste land aan Ball's Pyramid is Lord Howe-eiland (sien Figuur 2.3).

Die toevallige inbring van rotte vanaf 'n skepswrak in 1918 het gelei tot die veronderstelde uitwissing van die spesie teen die 1960's. 'n Klein bevolking bestaande uit 24 individue is egter in 2001 op Ball's Pyramid onder 'n enkele klein bossie herontdek. Dit maak die Lord Howe-stokinsek een van die wêreld se skaarsste insekte.



Figuur 2.2 – Lord Howe-stokkinsek

[Aangepas: <<https://www.islandconservation.org>>]



Figuur 2.3 – Kaart wat gebiede toon waar stewige stokkinsekte voorkom

[Aangepas: <<https://www.virtualoceania.net>>]; [<<https://www.i0.wp.com>>];
[<<https://www.i.dailymail.co.uk>>]; [<<https://www.media.australian.museum>>]

Wetenskaplikes het twee hipoteses oor die oorsprong van die Lord Howe-stokinsek:

- Die Lord Howe-stokinsek is nou verwant aan ander stokinsekte van Nieu-Guinee en Nieu-Kaledonië vanweë hul ooreenkomstige struktuur. Hulle het dus ontwikkel uit 'n klein bevolking van die Nieu-Kaledonië-stokinsek wat daarin geslaag het om die Lord Howe-eiland te bereik.
- Die stewige liggaamstruktuur wat teenwoordig is in die Lord Howe- en Nieu-Kaledonië stokinsek is die gevolg van konvergente evolusie en daarom is die Lord Howe-stokinsek nader verwant aan die Ooskus-stokinsek van Australië.

In beide gevalle het die vestiging van 'n klein populasie stokinsekte op die Lord Howe-eiland gelei tot 'n bevolking met 'n unieke stel allele in vergelyking met die bronbevolking.

Nieu-Guinee-stokinsek



Nieu-Kaledonië-stokinsek



Ooskus-stokinsek



Vergroot: 0,3 X

Figuur 2.4 – Drie verskillende spesies stokinsekte

[<<https://www.as2.ftcdn.net>>] [<<http://www.phasmida.speciesfile.org>>]
[<<https://www.upload.wikimedia.org>>]

3. Eksperiment

Die volgende twee hipoteses is getoets:

Hipotese 1: Die Lord Howe-stokinsek is nou verwant aan die Nieu-Kaledonië-stokinsek en deel dus 'n onlangse gemeenskaplike voorouer met hulle.

Hipotese 2: Die Lord Howe-stokinsek is nie nou verwant aan die Nieu-Kaledonië-stokinsek nie en is nader verwant aan die Ooskus-stokinsek.

Metode: Mitochondriale DNS is van al vier spesies stokinsekte (Nieu-Guinee, Nieu-Kaledonië, Lord Howe en Ooskus) geneem. Die DNS-volgorde van die geen wat vir 'n ensiem genaamd sitochroomoksidase (SO) kodeer, is ontleed. Hierdie geen kodeer vir die maak van 'n ensiem wat in sellulêre respirasie gebruik word. Daar is geringe verskille tussen die DNS-volgorde vir hierdie ensiem in verskillende spesies organismes. Daarom kan die tel van die aantal mutasies tussen twee spesies ook gebruik word om te bepaal wanneer hulle laas 'n gemeenskaplike voorouer gedeel het.

Resultate: Die volgende tabel toon 'n gedeelte van die SO-geenkode vir elke spesie (nukleotiede in rooi is dié wat verskil van die DNS-volgorde in die Lord Howe-stokinsek)

Spesie	DNS-volgorde							
Nieu-Guinee	C	G	G	A	T	A	G	T
Nieu-Kaledonië	C	G	G	A	C	A	G	T
Lord Howe	C	G	G	G	A	A	T	A
Ooskus	C	G	G	G	A	C	T	A

Die navorsers het hierdie resultate gebruik om 'n kladogram te teken om die verwantskap tussen die vier spesies aan te toon (getoon in Vraag 2.4 op bladsy 7 van die Vraestel).

4. Fossiele

Baie fossiele is gevind van die verskillende spesies stokinsekte wat op Nieu-Kaledonië bestaan het. Die beelde hieronder wys van die fossiele wat gevind is, in verband gebring met die omgewing waarin hulle geleef het, en hoe lank gelede die stokinsekte geleef het.



Omgewing: Savanne



Fossiel van 32 mjd



Fossiel van 28 mjd



Omgewing: Woud/
Savanne



Fossiel van 24 mjd



Fossiel van 20,2 mjd



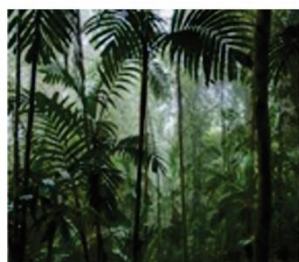
Omgewing: Droë woud



Fossiel van 16,3 mjd



Fossiel van 12 mjd



Omgewing: Tropiese
reënwood



Fossiel van 5 mjd

Figuur 2.5 – Diagram wat verskillende fossiele van uitgestorwe familieleden van Nieu-Kaledoniese-stokinsekte toon, tesame met veranderinge in die omgewing van Nieu-Kaledonië oor tyd

[Aangepas: <<https://www.media-sldnry.s-nbcnews.com>>; <<https://www.encrypted-tbn0.gstatic.com>>]

5. Bewaring

Die troeteldierhandel hou 'n potensiële bedreiging vir die oorlewing van baie stokinsekte in, insluitend die Lord Howe-stokinsekte. So ook die gewilde praktyk om hul karkasse, soos dié van skoenlappers, te raam en uit te stal.

'n Program om die eksotiese spesies, insluitend rotte, op Lord Howe-eiland uit te roei, het in 2011 begin. Sedert die herontdekking van die Lord Howe-stokinsek, is 'n bevolking by die Melbourne-dieretuin in Australië gevestig en planne word gemaak om baie van die spesies weer op die Lord Howe-eiland te vestig.

Lord Howe-eiland is ook in 1982 tot 'n Wêrelderfenisgebied verklaar omdat dit besonder baie skaars en endemiese spesies het.

Verwysings vir Vraag 2

- [Aangepas: Buckley, T. R., et al. 2008. Stick insect evolution: phylogenetic placement of the Lord Howe Island tree lobster. *Proceedings of the Royal Society B*. 276, 1055–1062]
- [Aangepas: Harris, P. T., et al. 2011. Habitats and benthos of a deep-sea marginal plateau, Australia. *Seafloor geomorphology as Benthic Habitat: GeoHAB Atlas of Seafloor Geomorphic Features and Benthic Habitats*]
- [Aangepas: Mikheyev, A. S., et al. 2017. Museum genomics confirms that the Lord Howe Island Stick Insect survived extinction. *Current Biology* 27(20): 3157–3161]
- [Aangepas: Rare tree lobster in a class of its own. <<https://www.abc.net.au>>]
- [Aangepas: <<https://www.dpi.nsw.gov>>]
- [Aangepas: <<https://www.education.nationalgeographic.org>>]
- [Aangepas: <<https://www.islandconservation.org>>]
- [Aangepas: <<https://www.nationalgeographic.com>>]
- [Aangepas: <<https://www.sciencelearn.org>>]

AFDELING B

VRAAG 3

Lees die onderstaande inligting. Gebruik hierdie inligting asook jou eie kennis om Vraag 3 in die vraestel te beantwoord.

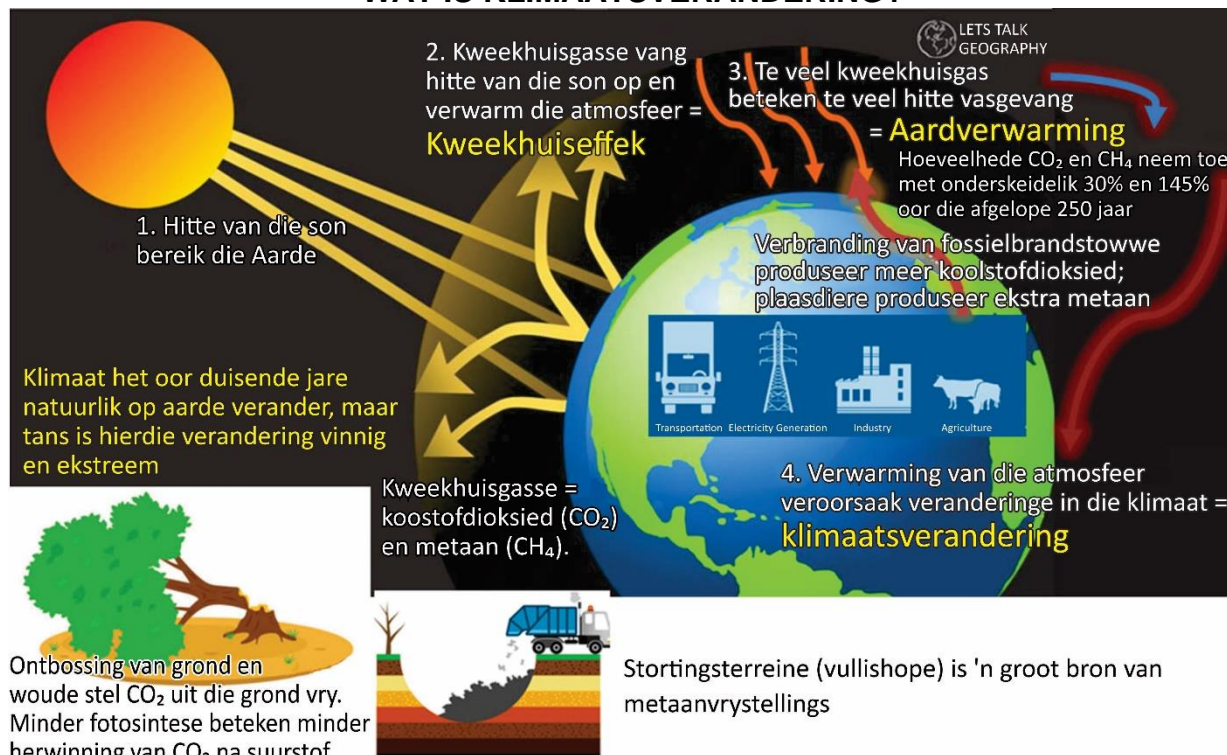
BRON A

Klimaatverandering, biodiversiteit, natuurlike en kunsmatige seleksie

Die term **biodiversiteit** verwys na die verskeidenheid lewe op Aarde op alle vlakke, van gene tot ekosisteme. Biodiversiteit is belangrik vir die meeste aspekte van ons lewens – insluitend die baie basiese behoeftes wat mense uit biodiversiteit verkry soos voedsel, brandstof, skuiling en medisyne. Ekosisteme verskaf belangrike dienste soos bestuiwing, saadverspreiding, klimaatregulering, watersuiwering, sirkulering van voedingstowwe en die beheer van landbouplae.

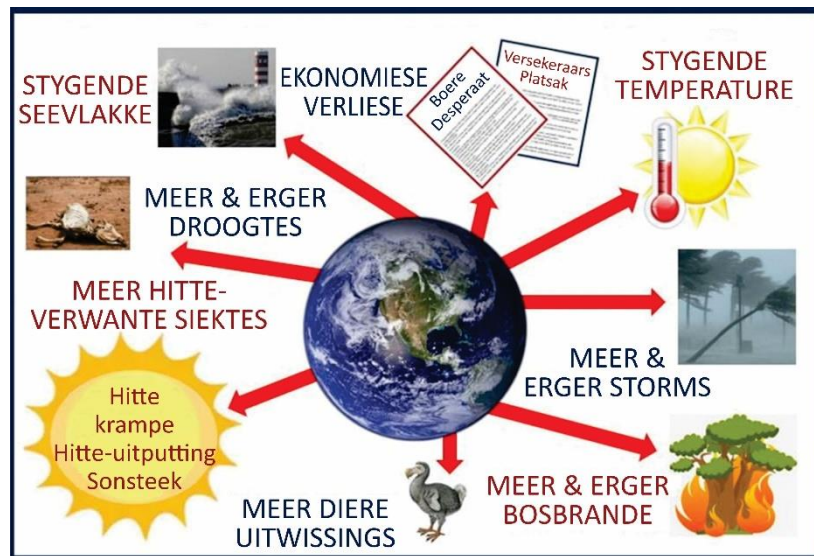
[Aangepas: <<https://www.amnh.org>>]

WAT IS KLIMAATVERANDERING?



Infografika wat die oorsake van die kweekhuiseffek, aardverwarming en klimaatverandering aandui
[Aangepas: <<https://www.letstalkgeography.com>>]; [<<https://www.us.123rf.com>>]

As gevolg van klimaatverandering is die Aarde nou sowat 1,1 °C warmer as wat dit in die laat 1800's was. Die afgelope dekade (2011–2020) was volgens rekord die warmste.



Uitwerking van klimaatsverandering

[<<https://marketbusinessnews.com>>]

Klimaatwetenskaplikes sê dat die beperking van globale temperatuurstyging tot hoogstens 1,5 °C sal help om die ergste klimaatsimpakte te vermy. Tog dui beleide wat tans in plek is op 'n 2,8 °C-verhoging teen die einde van die eeu.

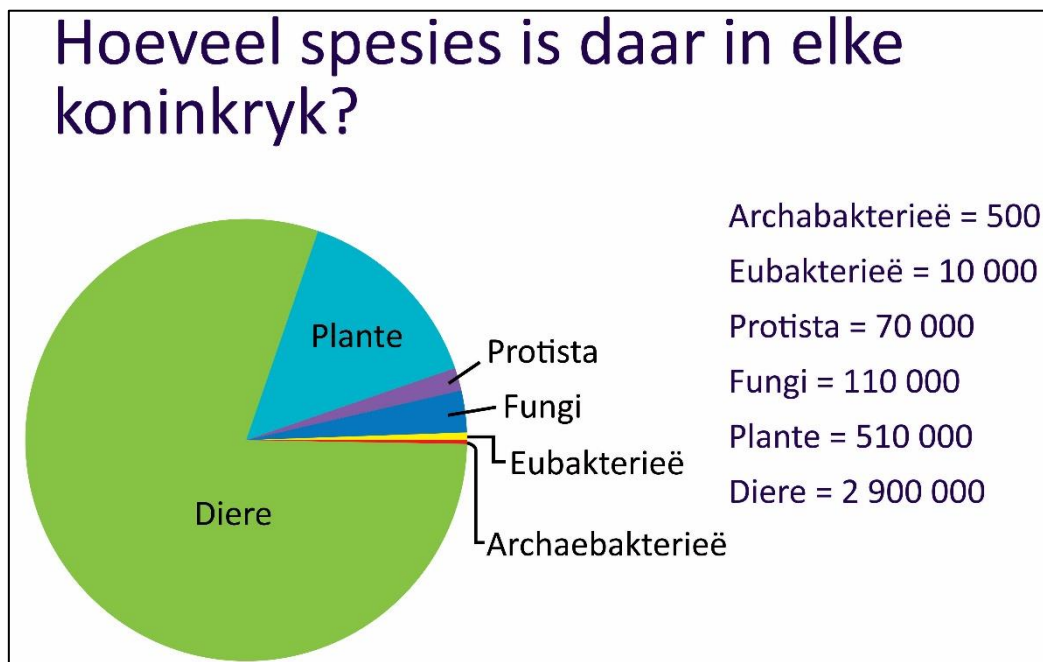
Die vinnige aanvang van klimaatsverandering beperk die vermoë van baie spesies om by hul omgewings aan te pas. Die Interregeringspaneel oor Klimaatsverandering waarsku dat ongeveer 'n kwart van alle spesies weens klimaatsverandering kan uitsterf. Sommige bioloë redeneer dat die aarde op die punt staan van nog 'n groot uitwissingsgebeurtenis. Die groot vraag is of plante en diere vinnig genoeg kan aanpas om voor klimaatsverandering te bly.

[Aangepas: <<https://www.ipcc.ch>>]

[IPKV = Interregeringspaneel oor Klimaatsverandering. Dit is die Verenigde Nasies se liggaam vir die beoordeling van die wetenskap wat verband hou met klimaatsverandering]

BRON B

Hoeveel spesies is daar tans?



[<<https://www.nhm.ac.uk>>]

[Natuurhistoriese Museum, London]

BRON C

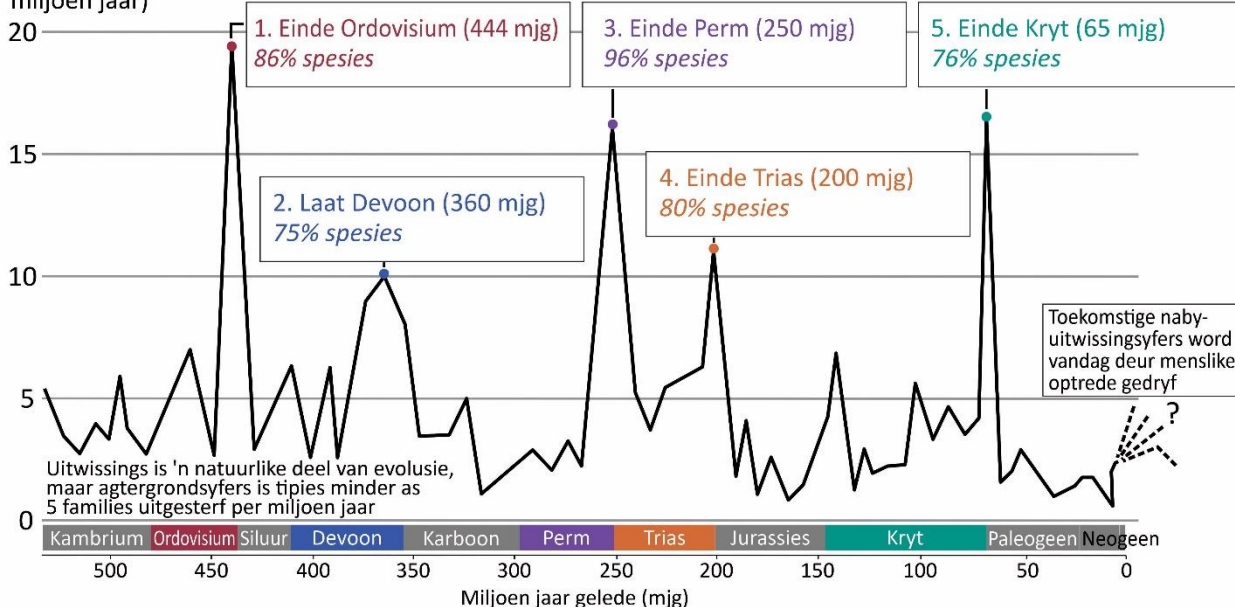
Uitwissing

"Groot Vyf" Massa-uitwissings in die Aarde se Geskiedenis

Our World
in Data

'n Massa-uitwissing word gedefinieer deur die verlies van ten minste 75% van spesies binne 'n kort tydperk (geologies, ongeveer 2 miljoen jaar).

Uitwissingsyfer
(families per
miljoen jaar)



Uitwissingsgebeurtenis	Oorsaak van uitwissing
Einde Ordovisium	Verskeie ystydperke wat verandering in seevlakke skep
Laat Devoon	Globale afkoeling
Einde Perm	Natuurlike klimaatsverandering
Einde Trias	Natuurlike klimaatsverandering
Einde Kryt	Asteroïde-impak

[Barnovsky A. D., et al. 2011. Has the Earth's Sixth Mass Extinction already arrived? *Nature* 471: 51–57]

[*Nature* is 'n weeklikse Britse wetenskaptydskrif. Dit bevat eweknie-hersiende navorsing uit 'n verskeidenheid akademiese dissiplines, hoofsaaklik in wetenskap en tegnologie.]



Die Bramble Cay-mosaïekstertrot (*Melomys rubicola*) is die eerste soogdier wat na bewering uitgewis is as 'n direkte gevolg van klimaatsverandering. Hulle is voorheen net op die Bramble Cay-eiland in die Groot Koraalrif gevind. Hul habitat is deur stygende seevlakke vernietig.

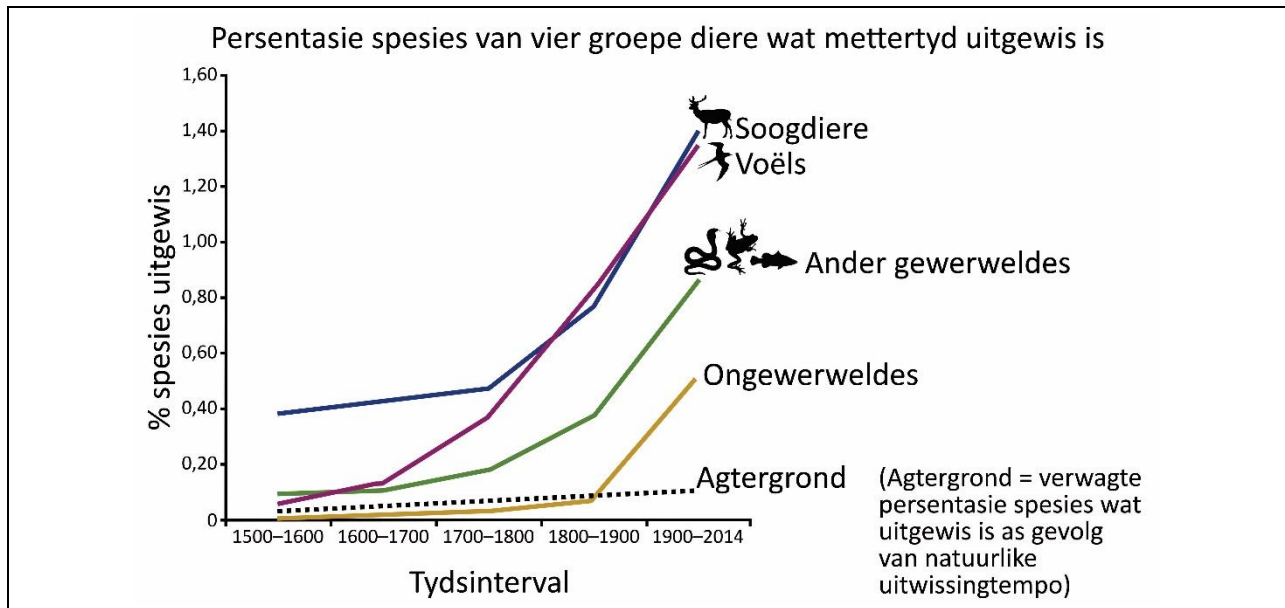


Warmer temperature tydens eierinkubasie veroorsaak ongebalanseerde vroulike-tot-manlike-geslagsverhoudings onder bedreigde groenseeskilpaaie (*Chelonia mydas*) en 99% van pas uitgebroeide skilpaaie op sommige broeistrande is wyfies. Dit sal hulle reproduksietempo verminder.

[<<https://www.upload.wikimedia.org>>]:

[Aangepas: <<http://www.australiangeographic.com>>]

[’n Tydskrif wat hoofsaaklik fokus op stories oor Australië. Alle artikels word eweknie-hersiende.]



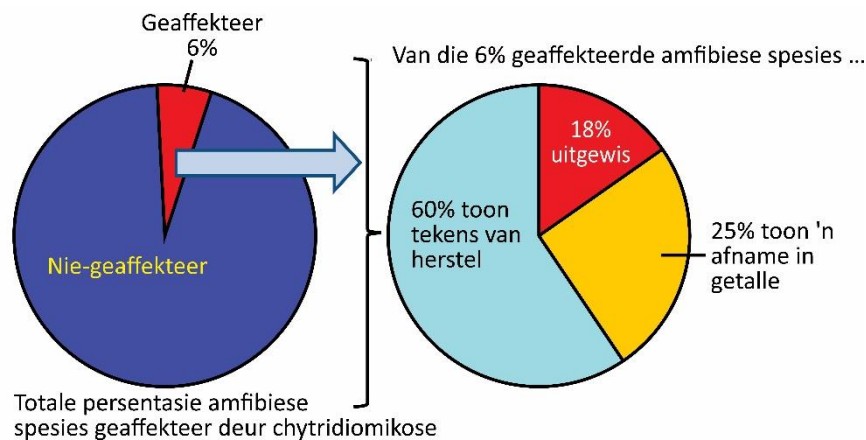
[<<https://www.theconversation.com>>]

[*The Conversation* is 'n netwerk van nie-winsgewende media-afsetpunte wat nuusberigte en navorsingsverslae aanlyn publiseer, met gepaardgaande deskundige mening en ontleding. Artikels word deur akademici en navorsers geskryf.]

BRON D

Natuurlike seleksie

Hoogs aansteeklike wildsiektes dra by tot die aarde se sesde massa-uitwissing. Een hiervan is die swamsiekte, chytridiomikose, wat wêreldwye massa-uitwissing van amfibieë veroorsaak het. Chytridiomikose word veroorsaak deur 'n swamspesie.



[Aangepas: Scheele, B., et al. 2019. Amphibian fungal panzootic causes catastrophic and ongoing loss of biodiversity. *Science* 363 (6434): 1459–1463]



Xenopus laevis
Afrika-klopadda

Opnames van baie riviere in KwaZulu-Natal toon dat die afname van *Xenopus laevis* opgehou het. Bevolkings neem nou toe as gevolg van toenemende immunitet teen chytridiomikose.

[Aangepas: Knapp, R. A., et al. 2016. Large-scale recovery of an endangered amphibian despite ongoing exposure to multiple stressors. *Proceedings of the National Academy of Sciences USA*. 113: 11889–11894]

[*Proceedings of the National Academy of Sciences* is 'n eweknie-hersiende multidissiplinêre wetenskapjoernaal.]

[Aangepas: Crawford, J, Lips, K. R. & Bermingham, E. 2017. After the epidemic: Ongoing declines, stabilisations and recoveries in amphibians afflicted by chytridiomycosis. *Biol. Conserv.* 206: 37–46]

[*Biological Conservation* is 'n toonaangewende internasionale joernaal in die dissipline van bewaringswetenskap.]

Die gebied bekend as die Houston Skeepskanaal (HSK), in Texas, VSA, is sterk geïndustrialiseer en bevat aansienlike vlakke van besoedeling. Golfstraalvinvisse, *Fundulus grandis*, bewoon hierdie gebied. Individue is van die HSK en van 'n kontrolebevolking van 'n ander onbesoedelde terrein versamel. Daar is gevind dat die HSK-bevolking ongeveer 1 000 keer meer weerstandig teen hierdie besoedelende stowwe is as visse van die kontrolebevolking. Kruisings tussen die twee bevolkings het gelei tot nageslag met 'n intermediêre vlak van weerstand, wat bevestig dat die beskerming geneties is.



[Aangepas: Oziolor, E. M., et al. 2014.

Evolved resistance to PCB- and PAH-induced cardiac teratogenesis, and reduced CYP1A activity in Gulf killifish (*Fundulus grandis*) populations from the HSC, Texas. *Aquatic Toxicology* 150: 210–219.]

[*Aquatic Toxicology* is 'n eweknie-hersiende wetenskapjoernaal wat navorsing oor besoedelende stowwe in akwatiese omgewings publiseer.]

Darwin het gedink evolusie vind geleidelik plaas, en dat dit langer as die leeftyd van 'n wetenskaplike sou neem om selfs die geringste verandering waar te neem. Evolusionêre bioloë het egter getoon dat natuurlike seleksie soms vinnig kan plaasvind.

[Zimmer, C. 2009. Aangepas: <<https://www.e360.yale.edu>>]

[Carl Zimmer skryf oor wetenskap vir *The New York Times* en 'n aantal tydskrifte. Hy is tans 'n dosent aan die Yale Universiteit.]

Sekere spesies neem baie jare om seksueel volwasse te word en nageslag voort te bring. Nuwe oorerflike mutasies en genetiese rekombinasies word uiteraard eers aan die nageslag oorgedra wanneer bevrugting plaasvind. As die omgewing dus vinnig verander, sal evolusie waarskynlik te stadig wees vir daardie diere om aan te pas en te oorleef.

[Steinmark, I. E. 2022. Can cross-breeding protect endangered species from the climate emergency? *The Guardian* koerant.]

'n Organisme word as poliploïed beskou as dit twee keer die normale getal chromosome het. Dit kom voor as gevolg van foute wat tydens mitose of meiose ontstaan. Poliploïdie kan moontlik die vermoë van 'n spesie verhoog om op omgewingsveranderinge te reageer. Dit is omdat daar gedupliseerde gene is, wat beteken dat hulle baie verskillende allele vir verskillende eienskappe kan hê. Ongeveer 80% van plante is poliploïed, maar dit is baie skaars in diere en swamme.

[Aangepas: van de Peer, Y., Marchal, K. & Mizrahi, E. 2017. The evolutionary significance of polyploidy. *Nature Reviews: Genetics* 18:411–424]

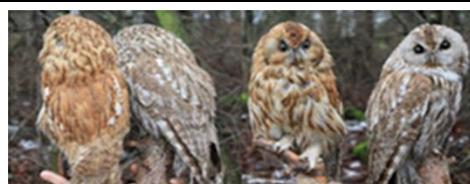
[*Nature Reviews: Genetics* is 'n joernaal wat artikels oor genetica publiseer.]

Alge gee korale voedingstowwe in ruil vir skuiling. 'n Studie van 2004 het bevind dat koraalspesies wat alge bevat wat hoë temperature kan weerstaan, meer algemeen geword het.



[<<https://www.images.unsplash.com>>]

Europese bosuile kom in twee kleure voor – bruin en grys. Sterk seleksie teen die bruin vorm vind plaas wanneer winters koud en sneeuagtig is. Navorsers het opgemerk dat namate die winters in Finland warmer word en minder sneeu val, seleksie teen die bruin vorm afgeneem het. Daar is nou meer bruin as grys uile.



[<<https://www.luomus.fi>>]

[Aangepas: Karell, P., et al. 2011. Climate change drives microevolution in a wild bird. *Nature Communications* 2(208)]

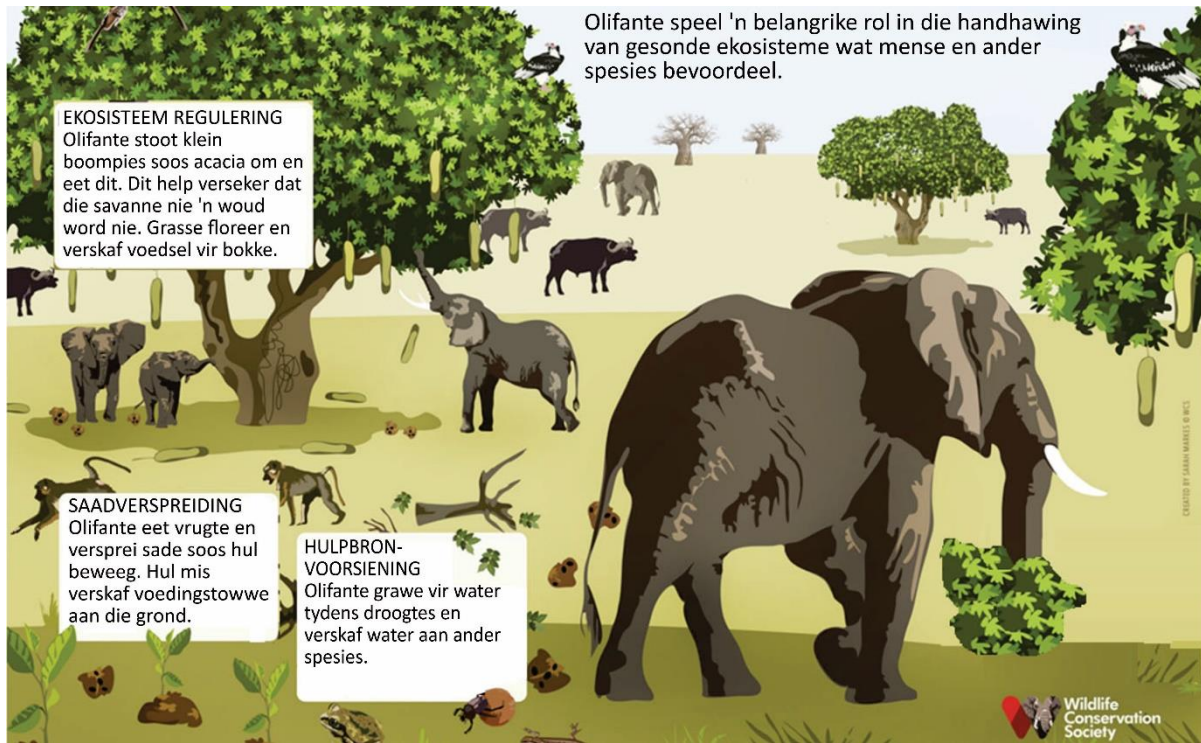
[*Nature Communications* is 'n eweknie-hersiende wetenskaptydskrif. Dit dek die natuurwetenskappe.]

[Aangepas: Thompson, H. Ten species are evolving due to climate change. <<https://www.smithsonianmag.com>>]

[*Smithsonian* is 'n wetenskap- en natuurtydskrif uitgegee deur die Smithsonian Instelling in Washington, D.C.]

BRON E Sleutelspesies

'n Sleutelspesie is 'n spesie wat 'n belangrike rol in die instandhouding van 'n ekosisteem speel. Sonder sy sleutelspesies sou die ekosisteem dramaties anders gewees het of heeltemal ophou bestaan het. Sleutelspesies het 'n groot invloed op die gesondheid van voedselwebbe. Olifante is byvoorbeeld 'n sleutelspesie:



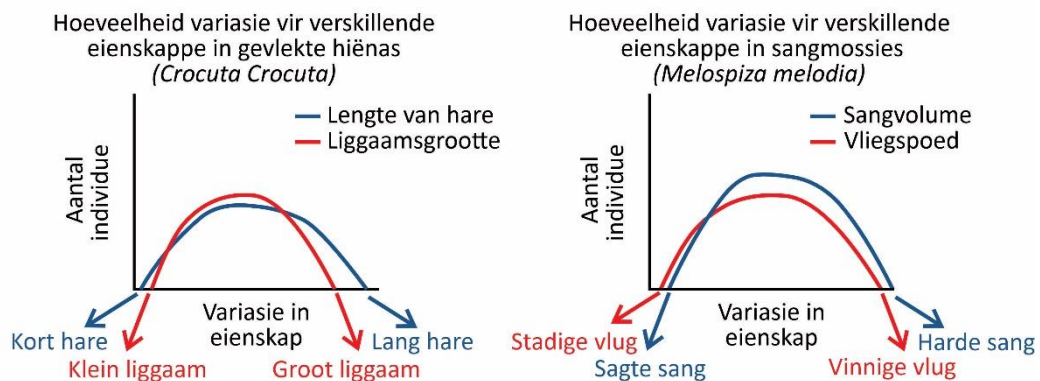
[Aangepas: <<https://www.education.nationalgeographic.org/>>]

[National Geographic is 'n tydskrif wat in 1888 as 'n vaktydskrif gestig is, maar is nou 'n gewilde tydskrif.]

BRON F Genetiese variasie

Nuwe navorsing dui daarop dat Darwinistiese evolusie tot vier keer vinniger kan plaasvind as wat voorheen gedink is, gebaseer op 'n ontleding van genetiese variasie.

Hoe meer genetiese verskille daar in 'n spesie is, hoe vinniger kan evolusie plaasvind.

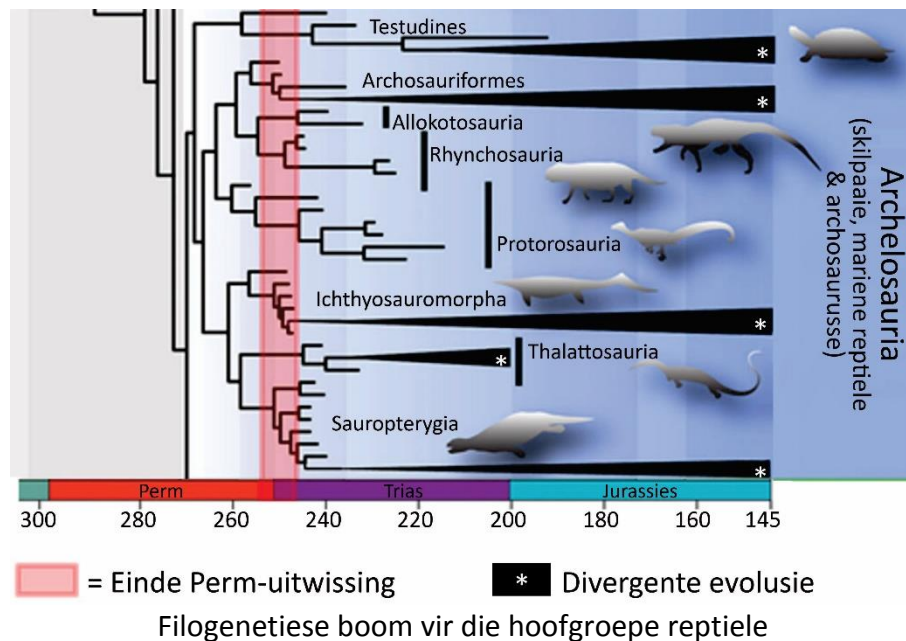


Sommige spesies het baie genetiese variasie vir verskillende eienskappe. Dit beteken dat daar 'n groter kans is dat sommige individue sal oorleef as die omgewing verander.

[Aangepas: Bonnet, T., et al. 2022. Genetic variance in fitness indicates rapid contemporary adaptive evolution in wild animals. *Science* 376: 6596: 1012–1016]

[Science is 'n gesogte joernaal wat deur die Amerikaanse Akademie vir die Bevordering van Wetenskap gepubliseer word. Die joernaal publiseer artikels wat handel oor alle velde van wetenskap.]

Die fossielrekord kan direkte bewyse lewer van vorige omgewingskrisisse en hoe organismes deur sulke gebeurtenisse geraak is en daarvan herstel het. Reptiele verteenwoordig een so 'n groep met sommige lede wat die Perm-Trias-uitwissing oorleef het. Baie nuwe spesies het na hierdie uitwissing ontwikkel – divergente evolusie (sien sleutel in prent hieronder) het ná die Perm-Trias-uitwissing plaasgevind, met nuwe spesies wat nisse beset het wat voorheen oorheers is deur ander organismes wat uitgewis is.



[Aangepas: Simões, T. R., et al. 2022. Successive climate crises in the deep past drove the early evolution and radiation of reptiles. *Science Advances* 9:33]

[*Science Advances* is 'n eweknie-hersiende wetenskaptydskrif gepubliseer deur die Amerikaanse Akademie vir die Bevordering van Wetenskap. Die joernaal se omvang sluit alle areas van wetenskap in]

BRON G Teling vir weerstandigheid

Australië se Groot Koraalrif is beskadig deur hittegolwe wat die helfte van sy koraal doodgemaak het. Die see se absorpsie van koolstofdiksied verlaag die pH van die seewater, wat veroorsaak dat koraalskulpe oplos. As globale temperature met 2 °C styg, sal koraalriwwe wêreldwyd verdwyn.

Die Nasionale Seesimulator, 'n fasiliteit van R250 miljoen aan die kus van die Koraalsee, is in 2013 deur die Australiese Instituut vir Mariene Wetenskap geopen. Hier word verskillende variëteite van verskeie soorte koraal gekruis om hittebestande variëteite te probeer skep. Verskillende spesies word ook oor baie generasies aan hoër temperature blootgestel om te selekteer vir soorte wat hierdie hoër temperature kan oorleef. Navorsers het berig dat 'n paar individue van 'n koraal-spesie (*Acropora tenuis*) warmer, suurder water beter verdra het as ander lede.



Nasionale Seesimulator

[<<https://www.omni.com>>]



Acropora tenuis

[<<https://www.researchgate.net>>]

[Aangepas: Cornwall, W. 2019. Researchers embrace a radical idea: engineering coral to cope with climate change. *Science* 343:(6433):1264–1269]

BRON H

Geen probleem nie?

Mense het evolusie ook oor duisende jare aangedryf, sonder dat hulle bedoel het om dit te doen.

- Mense stel organismes van verskillende dele van die wêreld soms aan kontinente waar hulle nie normaalweg voorkom nie, bekend. Hierdie nuwe bevolkings is van mekaar geïsoleer, en spesiasie kan voorkom. Mense het ook totaal nuwe ekosisteme geskep, soos metrotonnels. Hierdie nuwe nisse verskaf plekke waar organismes kan leef en spesiasie moontlik kan plaasvind. Byvoorbeeld, op 'n stadium gedurende die afgelope 150 jaar het 'n klein bevolking muskiete hulle in die Londense ondergrondse spoorwegstelsel gevestig. Die ondergrondse bevolking kan nou nie met die bopgrondse spesie muskiete teel nie. Dit is nou potensieel 'n nuwe spesie.
- Mense vernietig ook omgewings en laat geïsoleerde, gefragmenteerde bevolkings agter. Hierdie isolasie kan ook daartoe lei dat spesiasie voorkom. Danksy ontbossing in Sentraal-Amerika blyk dit dat spesiasie van verskeie geïsoleerde bevolkings van die reuse helikopternaaldekker in die geïsoleerde woude voorkom.



Londense ondergrondse muskiet
[<<https://www.cameronwebb.wordpress.com>>]



Reuse helikopternaaldekker
[<<https://live.staticflickr.com>>]

Oor die afgelope 300 jaar het meer nuwe plantspesies in Brittanje alleen verskyn as wat in die hele Europa uitgewis is. Dit is meestal hibriede wat geproduseer word deur twee eens geskeide spesies wat met mekaar teel, maar ook deur spesiasie van geïsoleerde bevolkings van uitheemse spesies uit ander gebiede. Oor die algemeen kan die huidige tempo van plantspesiasie duisende kere hoër wees as die natuurlike agtergrondtempo – ons kan soveel nuwe spesies skep dat hulle gelyk is aan die aantal uitwissings wat ons ervaar.

[Aangepas: Thomas, C. D. 2017. The sixth mass genesis? New species are coming into existence faster than ever thanks to humans. <<https://www.theconversation.com>>]

[*The Conversation* word befonds deur die Nasionale Navorsingstigting, agt universiteite, insluitend die Kaapse Skiereiland Universiteit van Tegnologie, Rhodes Universiteit, Universiteit Stellenbosch en die Universiteite van Kaapstad, Johannesburg, Kwa-Zulu Natal, Pretoria en Suid-Afrika.]