



NASIONALE SENIOR CERTIFIKAAT-EKSAMEN
MEI 2024

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.

GROOT VOËLS

1. Galápagos-eilande

Die Galápagos, wat sowat 1 000 km van die Stille Oseaan-kus van Ecuador af geleë is, bestaan uit 59 individuele eilande. Hierdie eilande, wat in 1535 ontdek is, het gehelp om Charles Darwin te inspireer om sy teorie van evolusie deur natuurlike seleksie te formuleer. Dit is omdat die diere en plante wat hier voorkom, aangepas is by die geografie van elke eiland en baie kom nêrens anders voor nie, maar is verwant aan diere op die vasteland.

Hierdie eilande is gevorm deur vulkaniese uitbarstings onder die see. Hierdie vulkaniese uitbarstings het uiteindelik genoeg lawa (gesmelte rots) opgelewer om eilande te vorm. Die eilande word gekenmerk deur steil skuins heuwels en berge, met hoogtes wat wissel van 'n paar meter bo seespieël tot meer as 1 500 meter bo seespieël. Geologies is die eilande nogal jonk – waarskynlik nie meer as vyf miljoen jaar oud nie. Baie vulkane wat hier gevind word, is steeds aktief.



Figuur 1.1 – Kaart wat die posisie van die Galápagos-eilande toon en 'n gedetailleerde kaart van die eilande

[Bron: <<https://www.cdn.britannica.com>>] ; [Aangepas: <<https://www.southamericatourism.com>>]

2. Darwin se vinke

Darwin se vinke, vernoem na Charles Darwin, is 'n groep van 13 spesies klein voëls, almal endemies aan die Galápagos-eilande. Daar word vermoed dat die voorouer van hierdie voëls 'n paar miljoen jaar gelede vanaf Suid-Amerika op een van die Galápagos-eilande aangekom het. Die naaste familielid aan hierdie voorvaderlike spesie, is 'n voël genaamd die vaal grasvink, wat op die vasteland van Suid-Amerika voorkom.



Figuur 1.2 – Vaal grasvink (*Asemospiza obscura*)

[Bron: <<https://www.i0.wp.com/birdscolumbia.com>>]

Nadat die oorspronklike spesie grasvink op een van die Galápagos-eilande aangekom het, het sekere bevolkings uiteenlopende evolusie ondergaan en uiteindelik verskillende spesies geword. Een van die kenmerke wat vandag tussen die verskillende spesies vinke verskil, is hul verskillende tipes en groottes snawels, wat geskik is vir verskillende voedselsoorte soos groot sade en ongewerwelde diere, wat hulle in staat stel om verskillende nisse te beset.



Figuur 1.3 – Drie spesies van Darwin se vinke wat verskille in snawelstruktuur toon

[Bron: <<https://www.s2.thingpic.com>>]

Hierdie voëls is een van evolusionêre bioloë se mees gevierde voorbeelde van natuurlike seleksie in aksie. Daar is nog baie om te leer oor die proses van evolusie van hierdie voëls, soos om die verskillende maniere te ontdek waarop simpatriese spesiasie kan voorkom. Die Galápagos-eilande en hul omliggende waters behoort nou aan die Suid-Amerikaanse land, Ecuador. Die hele eilandketting is deel van die Galápagos Nasionale Park en Mariene Reservaat. Die eilande het 'n bevolking van net meer as 25 000 mense.

Die meeste van die vinke is nou krities bedreigde spesies. Die vinke word bedreig deur 'n reeks kwessies, insluitend roofdiere en siektes wat ingebring is, en habitatvernietiging.

3. Rosemary en Peter Grant

Peter Raymond Grant en **Barbara Rosemary Grant** (albei gebore in 1936) is 'n getroude Britse paartjie wat evolusionêre bioloë aan die Princeton-universiteit is. Sedert 1973 het die Grants ses maande van elke jaar op die baie klein Galápagos-eiland, Daphne Major, deurgebring om die evolusie van verskillende spesies van Darwin se vinke te bestudeer en te probeer vasstel wat die vorming van nuwe spesies dryf.

Die Grants is albei genote (lede) van die Royal Society en het talle toekennings in hul studieveld ontvang. Die Royal Society is die Verenigde Koninkryk se nasionale wetenskapakademie, wat bestaan uit 'n groep akademici wat wetenskap en die voordele daarvan bevorder en adviseer oor wetenskapbeleid en -onderwys.



Figuur 1.4 – Rosemary & Peter Grant

[Bron: <<https://www.utoronto.ca>>]

4. Vorming van Hibriede

Spesiasie vind tipies plaas op tydskaal wat te lank is vir direkte menslike waarneming. Tot onlangs was dit net in organismes met baie vinnige generasietye, soos virusse en bakterieë, dat wetenskaplikes direk waargeneem het dat spesiasie plaasvind. Die Grants het getoon dat evolusie baie vinniger kan gebeur as wat voorheen gedink is.

Die kaktusvink (*Geospiza conirostris*) kom op 'n paar eilande van die Galápagos voor. Twee van hierdie eilande is Daphne Major (bevolking GCD genoem) en Española (bevolking GCE genoem).

In 1981 het die Grants 'n manlike kaktusvink waargeneem wat op die eiland Daphne Major aangekom het. Genetiese toetse het getoon dat dit van die eiland Española, meer as 100 km van Daphne Major, af gekom het (Figuur 1.1). Die twee bevolkings van kaktusvink op Daphne Major en Española is egter vir 'n lang tydperk geskei en het 'n paar verskille tussen hulle ontwikkel – een van die verskille is dat die mannetjies in die GCD 'n ander lied as dié van die GCE het.

In Darwin se vinke word lied by die mannetjie geleer. Aangesien die aanvanklike immigrantvink manlik was, het dit beteken dat al sy nageslag 'n lied geleer het, wat verskil van die lied van ander voëls op die eiland.

Die voël het daarin geslaag om 'n maat te vind en hierdie paar het nageslag voortgebring. Die nageslag het met mekaar gepaar en vir meer as 30 jaar het die hibriedelyn net met mekaar geteel en uitsluitlik maats gevind wat van die oorspronklike paar afstam. Hierdie voëls word as hibriede beskou aangesien hulle afstam van die mannetjie van die Española-eilandbevolking en 'n wyfie uit die Daphne Major-bevolking.

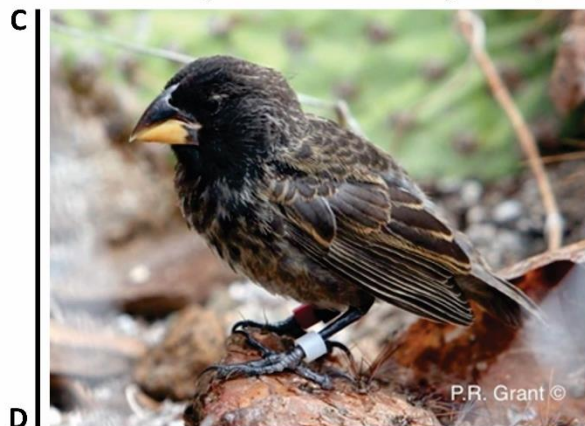
Die hibriede voëls het 'n groter liggaamsgrootte as die voëls in enige van die ander twee bevolkings en staan dus bekend as "Groot Voëls". Boonop was die immigrant mannetjievink 70% groter as die ander kaktusvinke op Daphne Major. Die snawelgrootte en -vorm verskil ook by hierdie voëls – dit is betekenisvol, aangesien snawelgrootte en -vorm deur wyfies gebruik word om maats te kies. Die "Groot Voëls" het ekstra glansvere en 'n ander dieet as gevolg van hul verskillende snawelgrootte en -vorm – hulle kan groot en klein sade eet. Die GCD-bevolking is geneig om slegs klein sade te eet, terwyl die GCE-bevolking groter sade eet.



Geospiza conirostris van
Española (bevolking GCE)



Geospiza conirostris van
Daphne Major
(bevolking GCD)



Hibriede voëls geproduseer deur
teling van 'n GCE-individu met 'n GCD-individu

Figuur 1.5 – Groot Voël en sy ouers

[Bron: <<https://www.bbc.com>>]

In 2010 was 36 individue, waaronder agt broeipare, op die eiland teenwoordig. Ten spyte van noue inteling het lede van die hibriedelyn hoë fiksheid ervaar, te oordeel aan hul reprodutiewe sukses en die hoë oorlewingsyfer van hul nageslag.

Ten spyte daarvan het hul oorlewing riskant gelyk – tydens droogtes op die eiland in 2002–2003, toe die hibriede voëls in hul vierde geslag was, het almal behalwe twee van die voëls gevrek – 'n broer en 'n suster. Toe die reën egter weer kom, het die twee voëls met mekaar gepaar en tussen 2003 en 2008 26 nakomelinge opgelewer.

By die Grants se mees onlangse besoek aan die eiland het hulle 23 individue getel, insluitend agt broeipare.

'n Onopgeloste vraag is hoe lank ons moet wag om te sien of die "Groot Voëls" apart sal bly of sal uitsterf weens fiksheidsprobleme met inteling. Die Grants het verklaar dat hulle nog nie 'n nuwe naam vir die spesie wil voorstel nie. Dit is nog te gou aangesien hulle as gevolg van 'n lae graad van genetiese fiksheid kan uitsterf – dit sal 'n interessante toets wees om die uitwerking van lae genetiese diversiteit op die oorlewing van organismes te sien.

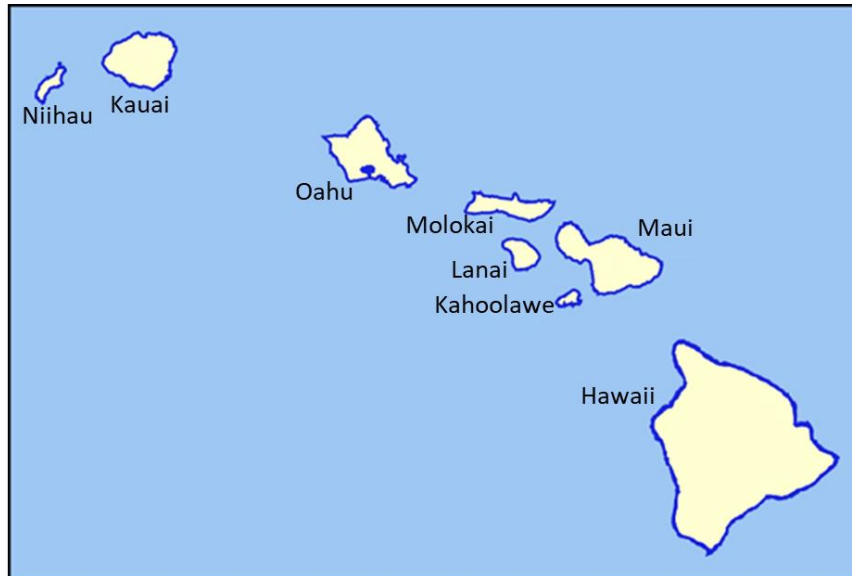
VRAAG 2

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

HAWAIISE VRUGTEVLIEË

1. Hawaiiise Eilande

Die Hawaiiise Eilande is 'n groep van agt eilande wat sowat 3 200 km wes van Kalifornië geleë is.



Figuur 2.1 – Kaart van Hawaiiise Eilande

[Bron: <<http://www.2.bp.blogspot.com>>]

Hulle is almal vulkaniese eilande, gevorm deur die opbou van magma (gesmelte rots) onder die see. Wanneer die magma na die oppervlak van die see deurbreek, koel dit af en vorm nuwe land, wat 'n eiland skep.

Die Hawaiiise Eilande bestaan uit die agt groot eilande en 124 kleiner eilande, wat oor 2 400 km strek. Die agt groot eilande is, van wes na oos, Niihau, Kauai, Oahu, Molokai, Lanai, Kahoolawe, Maui en die Groot Eiland van Hawaii. Die Hawaiiise Eilande bevat 'n verskeidenheid verskillende omgewings, van tropiese woude, semi-woestyne, grasvelde en hoë hoogte bo seespieël bergplantegroei.

Die eilande bevat ook 'n baie groot aantal endemiese en bedreigde spesies plante en diere.

2. Vrugtevlieë

Een van die groepe endemiese spesies op die Hawaiiise Eilande, is lede van die genus *Drosophila*. Dit is een van ongeveer 10 000 genera in die vliegorde Diptera, wat vlieë, muggies en muskiete insluit. Dit is 'n geweldige diverse en suksesvolle groep organismes: die vliegspesies op aarde is verreweg meer as al die gewerwelde spesies saam.

Drosophila-vlieë is klein, tipies liggeel tot rooibruin en swart, met rooi oë. Hulle staan algemeen bekend as vrugtevlieë, aangesien hulle geneig is om in oorryp en verrottende vrugte te broei. Daar is meer as 1 500 spesies *Drosophila* oor die wêreld heen. Verskillende spesies kom op alle vastelande behalwe Antarktika voor en in byna enige habitat van woestyne tot tropiese woude. Hulle beskik oor 'n swak vliegvermoë en leef tussen 60 en 90 dae.



Figuur 2.2 – *Drosophila cilifera*

[Bron: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov>>]

Die Hawaiïse *Drosophila* is een van die mees diverse endemiese groepe vlieë in Hawaii met tot 1 000 verskillende spesies. Die verskillende spesies vrugtevlieë wissel in liggaamslengte van minder as 1,5 millimeter tot meer as 20 millimeter. Hulle koppe, voorpote, vlerke en monddede het baie verskillende soorte voorkoms. Hawaiïse vrugtevlieë leef oral, van seevlak-reënwoorde tot berggrasveld.

Studies van die fisiese en genetiese verskille tussen die honderde spesies van inheemse drosografie in Hawaii het daartoe gelei dat wetenskaplikes tot die gevolgtrekking gekom het dat al die inheemse *Drosophila* spesies in Hawaii blyk af te stam van 'n enkele voorvaderlike spesie wat een van die eilande miljoene jare gelede gekoloniseer het – miskien deur 'n storm daarheen gewaai of na die eilande gedra in 'n stukkie vrug wat aan die vere van 'n voël gekleef het.

Sedert daardie tyd het die afstammeling van die oorspronklike koloniste geskei om verskeie spesies te produseer. Nuwe spesies het ontwikkel en het 'n wye reeks ekologiese nisse op verskillende eilande beset. Terwyl die larfstadiums van die meeste spesies saprofities is (leef van verrottende plantegroei, soos verrottende blare, bas, blomme en vrugte), het sommige hoogs gespesialiseer geraak in hul diëte, soos om te leef van spinnekop-eiers, of groen alge wat onder water op klippe in strome groei.

Baie klein nuwe bevolkings vrugtevlieë het op die verskillende eilande gevestig geraak. Verdere spesiasie sal op hierdie eilande voorkom, wat tot baie nuwe spesies sal lei.

3. Kīpukas

Die Hawaiïse Eilande bevat baie aktiewe vulkane, en baie hiervan bars voortdurend uit. Hierdie uitbarstings produseer vloeiende lawa-"riviere" wat "lawastrome" genoem word. Vroeë lawavloei wat deur tropiese woude geloop het, het soms daartoe gelei dat dele van die tropiese woud geïsoleer raak en "klein eilande van plantegroei" vorm. Die Hawaiïse naam vir hierdie "klein eilande van plantegroei" is "kīpukas".

Sodra 'n kīpuka gevorm word, word plante en diere wat nie lang afstande op hul eie kan aflê nie, vasgevang. Organismes binne die geïsoleerde kīpuka het dan 'n beperkte geenpoel.

Kīpukas is beskryf as "natuurlike laboratoriums vir evolusie". As die omgewings in die onderskeie kīpukas verskil het, kon natuurlike seleksie vir verskillende eienskappe in elke kīpuka geselekteer het, wat verskille tussen die vliegpopulasies in die kīpukas en moontlike spesiasie tot gevolg gehad het. Kīpukas help om die Hawaiïse Eilande se buitengewone tempo van spesiasie te verduidelik.

Aangesien die ouderdom van die lawavloei maklik gemeet kan word, kan wetenskaplikes die ouderdom van die spesie in die kīpukas bepaal.



Figuur 2.3 – Aansig van 'n beboste kīpuka omring deur lawastrome

[Bron: <<https://www.planeta.com>>]

4. **Spesiasie**

Drosophila silvestris en *Drosophila heteroneura* is albei groot spesies vrugtevlieë endemies aan die Groot Eiland van Hawaii. Hulle kom voor in twee afsonderlike kīpukas soos in Figuur 2.6 getoon. Die kīpuka wat deur *D. silvestris* bewoon word, bestaan uit 'n baie koeler reënwood-plantegroei as die kīpuka wat deur *D. heteroneura* bewoon word.

Hulle het baie unieke mutasies in hul DNS in gemeen, wat nie met ander spesies *Drosophila* op die Hawaiïse Eilande gedeel word nie.

Nog 'n spesie vrugtevlieg genaamd *Drosophila planitibia* word op die naburige eiland Maui aangetref. Al is dit geneties soortgelyk aan beide *D. silvestris* en *D. heteroneura*, het dit minder unieke mutasies in gemeen met hierdie twee spesies.



Drosophila heteroneura

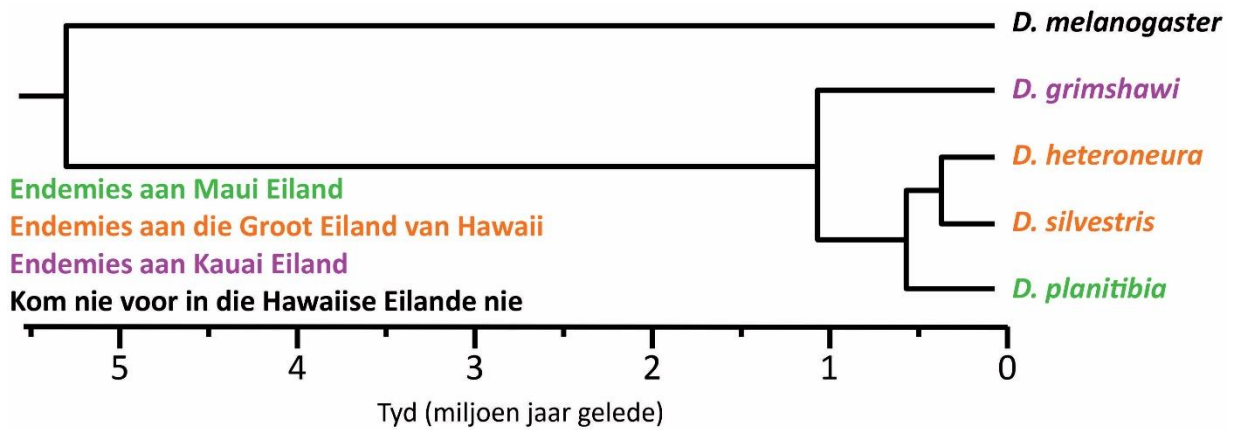


Drosophila silvestris



Drosophila planitibia

Figuur 2.4 – *Drosophila heteroneura*, *D. silvestris* en *D. planitibia*



Figuur 2.5 – Kladogram wat evolusionêre verwantskappe tussen sekere spesies van *Drosophila* toon



Figuur 2.6 – Twee kīpukas

[Aangepas: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov>>]

Bronne vir Vraag 1

- [Aangepas: Browne J. 2013. Wallace and Darwin. *Current Biology* 23(24): 1071–1072]
- [Aangepas: Cressey, D. 2009. Darwin's finches tracked to reveal evolution in action. *Nature* 540: 507–515].
- [Aangepas: Grant, P. R. & Grant, B. R. 2009. The secondary contact phase of allopatric speciation in Darwin's finches. *Proceedings of the National Academy of Sciences USA* 106(48): 141–148]
- [Aangepas: Lamichhaney, S., Han, F, Webster, M.T., Andersson, L., Grant, B. R. & Grant, P. R. 2017. Rapid hybrid speciation in Darwin's finches. *Science* 359(6372): 224–228]
- [Aangepas: The four awards bestowed by the Academy of Natural Sciences and their recipients. *Proceedings of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia* 156(1): 403-404]
- [Aangepas: <<https://www.bbc.com>>]
- [Aangepas: <<https://www.southamericantourism.com>>]
- [Aangepas: <<https://www.galapagosconservation.org.uk>>]
- [Aangepas: <<https://www.africangamesafari.com>>]
- [Aangepas: <<https://www.paw.princeton.edu>>]

Bronne vir Vraag 2

- [Carson, H. L. & Bryant, P. J. 1979. Change in a secondary sexual character as evidence of incipient speciation in *Drosophila silvestris*. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*. 76(4): 1929–1932]
- [Aangepas: Kang, L., Settlage, R., McMahon, W., Michalak, K., Tae, H., Garner, H, R., Stacy, E. A., Price, D. K. & Michalak, P. 2016. Genomic signatures of speciation in sympatric and allopatric Hawaiian picture-winged *Drosophila*. *Genome Biol. Evol.* 8(5): 1482–1488]
- Aangepas: Olson, S. 2004. *Evolution in Hawaii: A supplement to teaching about evolution and the nature of science*. Washington (DC): National Academies Press (US)]
- [Roach, M. 2017. Hawaii's must-see lava flows are home to new, startling ecosystems. *Smithsonian Institution*]
- [Aangepas: Linnean Society of London <<https://www.linnean.org>>]
- [Aangepas: An adaptive radiation has led to a dramatic diversification of the Drosophilids in Hawaii]
- [Endangered and Threatened Wildlife and Plants; Determination of Status for 12 Species of Picture-Wing Flies from the Hawaiian Islands. *Federal Register the Journal of the United States Government*]
- [Aangepas: <<https://www.britannica.com>>]
- [Aangepas: <<https://www.nps.gov>>]
- [Aangepas: <<https://kids.nationalgeographic.com>>]

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 Ontdekking van *Homo naledi*

Die Rising Star-grotstelsel

Duisende fossiele van 'n nuut ontdekte menslike voorouerspesie, *Homo naledi*, is by die Wieg van die Mensdom gevind. Hierdie hominiede het hul dooies diep in die grot ingegooi of ingesleep. Dit was 'n vorm van rituele gedrag wat voorheen net in *Homo sapiens* opgeteken is.

1. Twee grotverkenners, Rick Hunter en Steven Tucker, het 'n grot genaamd die Rising Star-stelsel in die Wieg van die Mensdom in 2013 verken.

2. Hulle het deur 'n nou tunnel gekruip, wat as "Superman se kruip" bekend staan.

3. Hunter en Tucker het in 'n kamer aangekom wat vermoedelik soos 'n doodloopstraat was.

4. Aan die agterkant van die kamer, het die paar op 'n reeks rotse geklim en toe af in 'n baie nou tunnel.

5. 12 m in die gang af, het hulle 'n ander kamer bereik wat nou bekend staan as die Dinaledi-kamer.

Ingang van grot

Skag 6 meter diep

'n Skag wat 6 meter diep is

Die Dinaledi-kamer is ongeveer 10 m lank en 3 m wyd.

Die Draak se Rug-deurgang is net 30 cm in deursnee.

Superman se Kruip-deurgang het 'n vernouing van net 17 cm.

Die vloer van die kamer was bedek met duisende fossielbene. Nadat Professor Lee Berger, 'n paleontoloog by Wits Universiteit, in kennis gestel is, is 'n ekspedisie geloods om die bene te herwin.

200 meter vanaf die grotopening tot die Dinaledi-kamer

Die span het 1 550 bene gevind, wat aan 24 individue van alle ouderdomsgroepe behoort het. Die bene was in geen spesifieke patroon oor die vloer van die grot gestrooi nie. In 2015 is verklaar dat dit aan 'n nuwe spesie behoort. Die spesie is na die grot vernoem, en word *Homo naledi* genoem ("naledi" beteken "ster" in Sesotho).

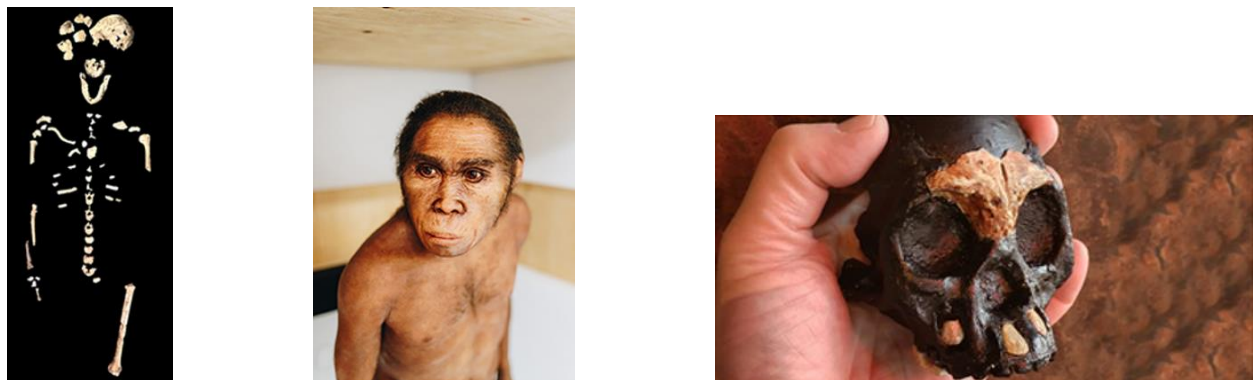
Sedertdien is verdere monsters in kamers selfs dieper in die grotstelsel gevind, insluitend dié van 'n skedel van 'n *Homo naledi*-kind, genaamd "Leti", gevind in 'n gang skaars 15 cm breed en die oorblyfsels van 'n ander individu, genaamd "Neo".

[Bron: <<https://www.alchetron.com>>]



Van links na regs: Navorsingspanlede wat die grot verken, moes deur spasies van skaars 15 cm breed druk; Kunstenaar se uitbeelding van *Homo naledi*-skedel; Die ingang na die Rising Star-grotstelsel; Kunstenaar se uitbeelding van *Homo naledi*.

[Wits Universiteit] [<<https://www.mpg.de>>]



Skelet van Neo Kunstenaar se uitbeelding van Neo 'n Rekonstruksie van Leti se skedel

H. naledi het regop geloop, was sowat 1,44 m lank en het tussen 40 en 56 kilogram geweeg. Dit het 'n vreemde mengsel van primitiewe en moderne kenmerke gehad, met aapagtige skouers en 'n klein brein. Die oorblyfsels is tussen 335 000 en 240 000 jaar oud gedateer.

Die teenwoordigheid van *H. naledi* in hierdie grotte kan slegs verklaar word as die doelbewuste begrafnis van hul dooies, het Lee Berger gesê. Hierdie grotte is egter gevaarlik, donker, en die tunnels is baie lank en smal!

[Aangepas: Berger, L. R. 2013. *Homo naledi*, a new species of the genus *Homo* from the Dinaledi Chamber, South Africa. *eLife* 4]

(*eLife* is 'n sonder winsoogmerk, portuurbeoordeelde, oop toegang, wetenskaplike joernaal vir die biomediese- en lewenswetenskappe)

[Aangepas: Brahic, C. 2014. Bone bonanza: Chamber of secrets yields human remains. *New Scientist*] (*New Scientist* is 'n tydskrif wat alle aspekte van wetenskap en tegnologie dek)

BRON B Wat word bedoel met die *begrawe* van die dooies?

Menslike begrafnispraktyke word hoofsaaklik uitgevoer om "respek vir die dooies" te demonstreer. Hierdie respek kom in verskeie vorme voor:

- As die lyk bo-op die grond bly lê, kan aasdiere dit eet, wat as oneerbiedig teenoor die oorledene beskou word.
- Begrafnis kan gesien word as 'n poging om berusting vir die oorledene se familie en vriende te bring. Deur 'n liggaam buite sig te begrawe kan die pyn van die verlies van 'n geliefde verminder word.
- Baie kulture glo in 'n hiernamaals. Daar word soms geglo dat begrafnis 'n noodsaaklike stap is vir 'n individu om die hiernamaals te bereik.

Vir die meeste diere is 'n dooie liggaam bloot 'n voorwerp, maar ...



[<<https://welovedolphins.club/>>]

Dolfyne spandeer lang tye met dooie dolfyne, egter geen werklike wegdoening van liggame nie.



[<<https://www.npr.org/>>]

Olifante raak van dooie liggame ontslae en spandeer tyd saam met hulle, die rede is onbekend.



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

Molrotte raak ondergronds van dooie liggame ontslae om te verhoed dat roofdiere gelok word.



Mense begrawe hul dooies op spesifiek gereelde terreine. Verskeie simbole word met menslike begrafnisse geassosieer – soos taal, kuns en die ander aspekte wat die moderne mens uniek maak. Die dele van die brein wat hierdie aktiwiteit beheer, het almal vermoedelik ongeveer 40 000 jaar gelede verskyn, maar onlangse ontdekkings het dit teruggeskuif na 100 000 jaar of meer. Simboliese denke laat mense toe om die verlede te onthou en die toekoms te visualiseer. Om oor die dooies te rou behels om die verlede te onthou en 'n toekoms te verbeeld waarin ons ook sal sterf.



[<<https://chroniclelive.co.uk>>]
Versierde grafte



[<<https://www.upload.wikimedia.org>>]
'n Antieke Egiptiese begrafnis



[<<https://reddit.com>>]
Grafstene



[<<https://www.upload.wikimedia.org>>]
Potte op graf van 'n persoon
uit die Ystertydperk



[<<https://www.icheg.bbc.co.uk>>]
Grafgoedere van Farao
Tutankhamun se graf



[<<https://britishmuseum.org>>]
Liggaam begrawe met verskeie
items om in die hiernamaals
te gebruik

'n Versameling simboliese items wat deur verskillende menslike kulture in begrafnisse gebruik word.

Tot die 1960's is die maak van gereedskap algemeen beskou as iets wat net mense gedoen het. Toe het Jane Goodall ('n sjimpansee-kenner) gesien hoe sjimpansees materiaal verander om hul eie gereedskap te maak. In reaksie op die nuus het haar mentor Louis Leakey ('n bekende antropoloog) gesê: "Nou moet ons herdefinieer wat 'n instrument is en herdefinieer wat dit beteken om mense te wees". Kan ons op dieselfde manier ook die stelling weerlê dat die begrawe van hul dooies iets is wat uniek aan mense is?

[Madison, P. 2018. Who first buried the dead? <<https://www.sapiens.org>>]

(*Sapiens is 'n populêre digitale antropologie tydskrif met artikels deur joernaliste geskryf*)

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

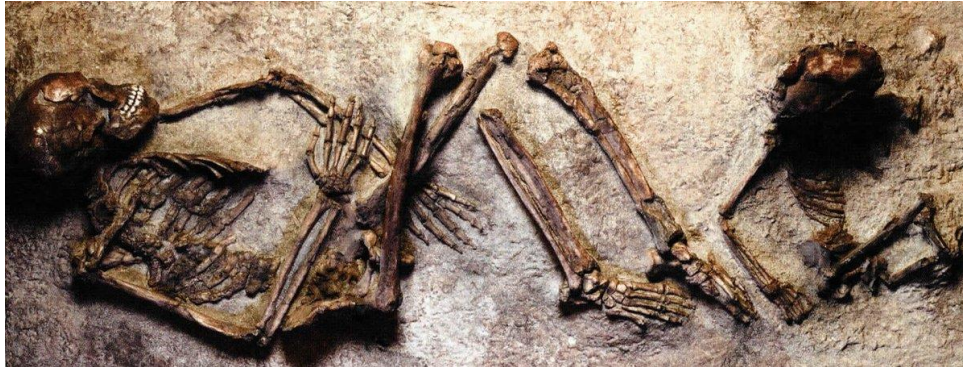
(*National Geographic is as 'n wetenskaplike joernaal gestig, maar is nou 'n populêre tydskrif*)

[Egeland, C. P., Domínguez-Rodrigo, M. Pickering, T. R., Menter, C. G. & Heatone, J. L. 2018. Hominin skeletal part abundances and claims of deliberate disposal of corpses in the Middle Pleistocene. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*. 115(18): 4601–4606]

(*Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America is 'n portuurbeoordeelde multidisiplinêre wetenskaplike joernaal. Dit is die amptelike joernaal van die National Academy of Sciences en publiseer oorspronklike navorsing, wetenskaplike resensies, kommentaarstukke en briewe*)

BRON C Oudste bekende simboliese begrafnisse

Die vroegste bewyse van begrafnisse is van twee grotte in Israel – Skhul en Qafzeh – waar die geraamtes van 120 000 jaar oue *Homo sapiens* gevind is in wat duidelik mensgemaakte holtes is.



Begrafnis vanaf Skhul-grot

Die lyke is in 'n voorbereide put geplaas, grafgeskenke is ingesit en die put is gevul. Die geskenke wat aan die dooies aangebied word, verwys dalk na 'n soort godsdienstige geloof in wedergeboorte en hiernamaals.

Nog 'n voorbeeld is by die Raqefet-grot in Israel, wat 11 700–13 700 jaar oue oorblyfsels onthul het van individue wat in 'n graf met blomme geplaas is.



Begrafnis by Raqefet-grot, Israel (Werklike bene; kunstenaar se uitbeelding van liggame)

Nie een van hierdie begrafnisse is so oud soos die oorblyfsels van *Homo naledi* nie. Daarbenewens het die *H. naledi*-"begrafnisse" geen bewyse van die simboliek wat teenwoordig is in die menslike begrafnisse hierbo genoem nie.

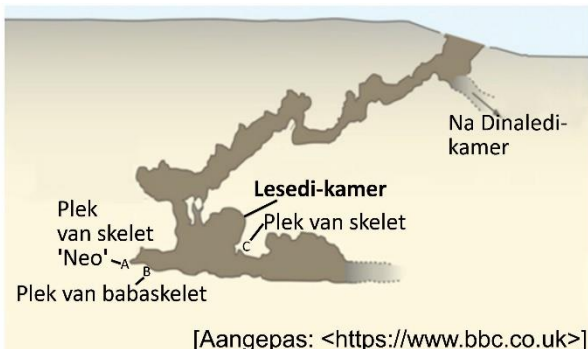
[Lawton, G. 2012. Death: The evolution of funerals. *New Scientist*]

[Aangepas: Reynolds, S. C. & Gallagher, A. 2012. *African Genesis: Perspectives on Hominin Evolution*. 554–570. Publisher: Cambridge University Press]

(Sally C. Reynolds is 'n erenavorsingspersoneelid van die Institute for Human Evolution, Universiteit van die Witwatersrand, Suid-Afrika en Liverpool John Moores-universiteit, VK. Andrew Gallagher is 'n postdoktorale genootskapslid in die Departement Antropologie en Ontwikkelingstudies, Universiteit van Johannesburg)

BRON D **As *Homo naledi* nie in die Lesedi- en Dinaledi-kamers begrawe is nie, hoe het hulle daar gekom?**

Ander ingange na die grotte?



Na Dinaledi-kamer

Lesedi-kamer

Plek van skelet 'Neo'

Plek van skelet

Plek van babaskelet

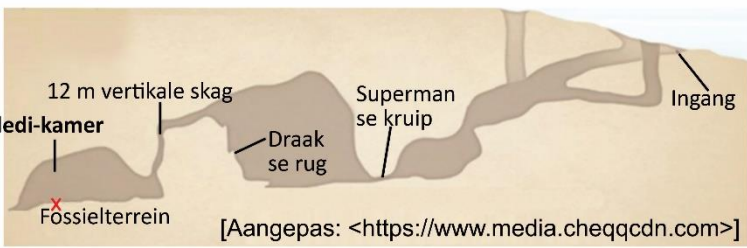
[Aangepas: <<https://www.bbc.co.uk>>]

Geen ander ingange is gevind wat lei na óf die Lesedi- óf die Dinaledi-kamers nie, wat daarop dui dat individue nie van buite in die kamers in kon geval het nie.

Totale gebrek aan aasdiërmerke op die bene dui ook daarop dat geen ander ingang teenwoordig was nie.

As daar 'n maklike grotingang was, moet daar ook puin van buite wees – rotse van buite die grotte, takke en blare van plaaslike plante.

Geen ander oorblyfsels van diere is in die kamers gevind nie, wat aandui dat geen ander ingang teenwoordig was nie.



12 m vertikale skag

Dinaledi-kamer

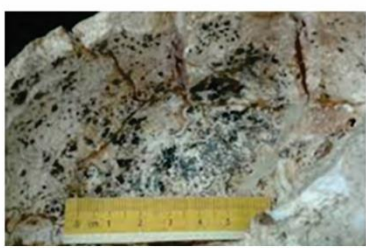
Fossielterrein

Draak se rug

Superman se kruip

Ingang

[Aangepas: <<https://www.media.cheqqcdn.com>>]



Geheimsinnige swart kolle wat op die *Homo naledi*-bene van die Dinaledi-kamer gevind is, kon te wyte wees aan die teenwoordigheid van ligene wat op die bene groei (ligene is 'n kombinasie van 'n swam en fotosintetiese algenenoot). Ligene het lig nodig om te groei – dus moes daar lig gewees het wat die Dinaledi-kamer binnegedring het, wat 'n ou opening na die kamer aandui, wat deur rotsvalle gesluit is. Geoloë sê egter steeds dat daar ABSOLUUT geen bewyse van 'n vorige ingang is nie.

Swart kolle op bene, wat moontlike ligeengroei aandui

[Aangepas: Thackeray, J. F. 2016. The possibility of lichen growth on bones of *Homo naledi*: Were they exposed to light? *S. Afr. J. Sci.* 112: 7–8]

(The South African Journal of Science is 'n multidissiplinêre joernaal wat deur die Academy of Science of South Africa gepubliseer word)

[Aangepas: Val, A. 2019. Deliberate body disposal by hominins in the Dinaledi Chamber, Cradle of Humankind, South Africa? *Journal of Human Evolution* 96:145–148]

(The Journal of Human Evolution is 'n portuurbeoordeelde wetenskaplike joernaal wat konsentreer op die publikasie van artikels wat alle aspekte van menslike evolusie dek)

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

(Natural History Museum webblad)



Miskien het individue diep in die grot weggekruip om van roofdiere te ontsnap.

Sonder lig en klimtoerusting was daar dalk geen pad terug as hulle eers diep in die grot was nie.

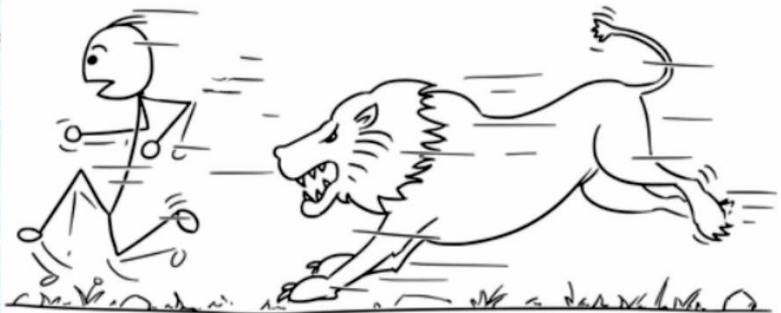
Oor honderde of duisende jare kon hierdie gedrag gelei het tot 'n ophoping van liggame diep in die grot.

[Aangepas: Dirks, P. H. G. M. 2015. Geological and taphonomic context for the new hominin species *Homo naledi* from the Dinaledi Chamber, South Africa. *eLife* 2015: 4]

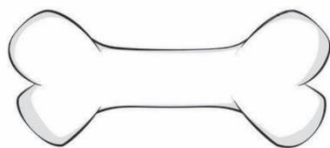
BRON E Ander moontlike verklarings?



[Aangepas: <<https://freepik.com>>]
[Aangepas: <<https://alamy.com>>]



[Aangepas: <<https://vectorstock.com>>]



Die bene toon geen bewyse van trauma wat sou plaasvind indien hulle van buite in die kamer in laat val sou word nie.



[Aangepas: <<https://pngtree.com>>]

Die bene bevat geen bewyse van koumerke wat deur roofdiere gemaak sou word nie. Daar is ook geen bewyse van enige karnivore in die grotte nie. Selfs al was roofdiere verantwoordelik vir die teenwoordigheid van *H. naledi* in die grotte, moes daar sekerlik ook 'n ander prooi teenwoordig wees – geen roofdier eet slegs hominiede nie!



[Aangepas: <<https://journals.plos.com>>]



[Aangepas: <<https://cavepeopleandstuff.wordpress.com>>]

Moontlik is *H. naledi* begrawe deur ander naverwante *Homo* familieleden wat destyds geleef het, soos die voorouers van moderne mense om verrottende liggame uit die nedersetting te verwyder om aasdiere te voorkom.

[Aangepas: Berger, L. R. 2013. *Homo naledi*, a new species of the genus *Homo* from the Dinaledi Chamber, South Africa. *eLife* 4]

[Aangepas: Dirks, P. H. G. M. et al. 2015. Geological and taphonomic context for the new hominin species *Homo naledi* from the Dinaledi Chamber, South Africa. *eLife* 2015: 4]

[Pappas. S. 2021. 240 000-year-old 'Child of Darkness' human ancestor discovered in narrow cave passageway. *Live Science*]

(*Live Science* is 'n wetenskap nuuswebwerf. Dit publiseer stories oor 'n wye reeks onderwerpe)

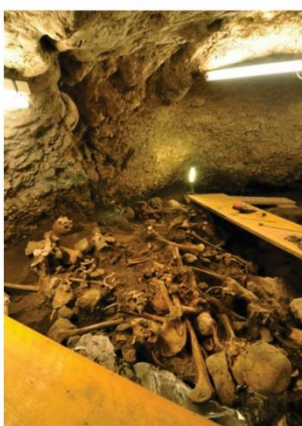
Die afwesigheid van koppe op baie lang bene is 'n tipiese teken van predasie by ander diere.

Die verspreiding van *H. naledi*-fossiele is soortgelyk aan die ophoping van bobbejaankarkasse wat in grotte ophoop (hetsy deur natuurlike dood of deur 'n luiperd wat karkasse insleep).



[<https://www.collections.peabody.harvard.edu>]

Daar is bewyse van skade aangerig deur kewers; kewerlarwes en slakke (wat help met die ontbinding van liggame); maar daar is geen bewyse van die liggame van hierdie organismes nie. Dit dui op ontbinding van bene in die kamer – bewyse dat hulle nie in die kamer dood is nie.



Luiperdbevolkings is dikwels geneig om te verkies om 'n enkele prooi-spesie in 'n spesifieke gebied te jag. Hulle kan dit doen sonder om enige skrape of gate op die bene te laat. Meeste karnivore eet die sagte dele van die liggaam en raak nie aan die bene nie.

[<https://www.krugerpark.co.za>]

'n Plek in Spanje genaamd Sima de los Huesos – (die put van bene) bevat die oorblyfsels van ten minste 28 *Homo heidelbergensis*, 'n waarskynlike voorouer van beide *Homo sapiens* en Neanderdalmense wat 200 000 jaar gelede dateer. Meeste van die skelette is adolessente mans of jong mans en baie toon tekens van beensiekte of misvorming. Die beste verduideliking is dat dit 'n wegdoeningsterrein vir uitgeworpenes was.

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

[Aangepas: Dirks, P. H. G. M. et al. 2015. Geological and taphonomic context for the new hominin species *Homo naledi* from the Dinaledi Chamber, South Africa. *eLife* 2015: 4]

BRON F Vuurgebruik laat navigasie deur die donker grotte toe

Argeologiese bewyse dui daarop dat *Homo naledi* vure gebruik het om kos te kook en in die donkerte van ondergrondse grotte te navigeer. Twee piepklein kaggels met verbrande wildsbokbeendere is in die Lesedi-kamer gevind. Dit beteken dat hulle hul pad deur die donker tunnels kon baan.

Baie navorsers dink dit is onmoontlik vir 'n hominied met so 'n klein brein om vuur te maak en te gebruik. Die eerste aangetekende **gebruik** van vuur is deur *Homo erectus* in Kenia so ver terug as 1,5 miljoen jaar gelede. Die sterkste bewyse vir vroeë **beheer en werklike maak** van vure kom van 'n argeologiese terrein in Israel genaamd Gesher Benot Ya'akov, waar kenners sê vroeë menslike familieledes het sowat 780 000 jaar gelede vuur gebruik om vis gaar te maak. Boonop beweer Berger dat hy 'n werklike graf in die kamer ontdek het.



Verbrande been, houtskool en as gevind in die Rising Star-grotstelsel in Suid-Afrika.

[Lee R. Berger/National Geographic]

[Aangepas: Barras, C. 2019. Our ancestors may have begun barbecuing 1.5 million years ago. *Journal of Archaeological Science*]

(*The Journal of Archaeological Science* is 'n portuurbeoordeelde joernaal wat argeologie dek)

[Aangepas: George, A. 2022. *Homo naledi* may have used fire to cook and navigate 230 000 years ago. *New Scientist*]

Argeoloë sou verwag om duisende klipgereedskap te vind op 'n plek waar menslike familieleden vuur gebruik het vir lig en kook. Daar is egter in hierdie stadium geen klipwerktuie in die grotte gevind nie. Klipgereedskap is in die algemene landskap buite die grotte gevind.

Baie navorsers stem nie saam met die bewyse vir die gebruik van vuur om hul pad deur die grotte te verlig nie. Hoe het hulle die rook verdra?

[<Aangepas: <<https://www.washingtonpost.com>>]
(koerant)

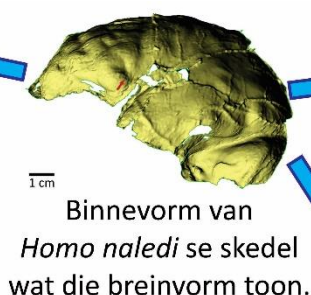
Die besluit om die ontdekking van vuur aan die media aan te kondig voor die publikasie van die formele wetenskaplike ontleding, was omstrede. Chris Stringer by die Natural History Museum in Londen het gesê: "Met alle verskuldigde respek vir Lee en sy spanne vir 'n reeks wonderlike vondste, is dit nie die manier om wetenskap te bedryf of wetenskaplike debat oor baie belangrike ontdekkings te voer nie".

[Aangepas: Callaway, E. 2023. Sharp criticism of controversial ancient-human claims tests *eLife*'s revamped peer-review model. *Nature* 1476: 1–10]
(*Nature* is 'n hoë-impak portuurbeoordeelde joernaal wat inligting van alle wetenskapsvelde publiseer)

BRON G Breingrootte

Brein het dieselfde volume as die van *Australopithecus* (een derde menslike breinvolume).

Struktuur van *Homo naledi* se frontale lob is soortgelyk aan dié van *Homo sapiens*. Die frontale lob bevat verskeie strukture met rolle in taal, sosiale gedrag en die soorte motoriese beplanning wat nodig is om klipgereedskap te maak.



Ten spyte van die grootte lyk *Homo naledi* se brein heel anders as *Australopithecus* se brein en baie meer soos *Homo sapiens* se brein.

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

Gebaseer op frontale lob-ontwikkeling van ander *Homo* spesies, is daar bewyse dat die kapasiteit vir ten minste eenvoudige taal tot sover as 1,8 miljoen jaar gelede kan dateer.

Aangepas: Holloway, R., Hurst, S. D., Garvin, H. M. & Hawks, J. 2018. Endocast morphology of *Homo naledi* from the Dinaledi Chamber, South Africa *Proc. Natl. Acad. Sci. U S A.* 115(22): 5738-5743]

BRON H Geen ander verduideliking nie?

Vele moontlike verduidelikings is oorweeg om te verduidelik hoe *Homo naledi* in die Rising Star-grotstelsel verskyn het. Navorsers soos Lee Berger het dit oorweeg en gesê dat nie een daarvan moontlik is nie. Dit het Berger laat verklaar dat die enigste oorblywende moontlikheid is dat hulle hul dooies in die grotte begrawe het.

Om 'n gevolgtrekking soos hierdie te maak, gebaseer op die uitskakeling van verduidelikings eerder as direkte bewys, is egter nie wetenskaplik korrek nie:

1. Dit is nie moontlik om *elke* moontlike verklaring vir 'n verskynsel te vind nie.
2. Dit is nie moontlik om *elke* moontlike verduideliking, behalwe die ware een, *korrek* te weerlê nie.

Net omdat al die *voorgestelde* verduidelikings vir *Homo naledi* se teenwoordigheid in die grotte as vals getoon is, beteken dit nie dat daar net *een* ander verduideliking is nie (dat hulle hul dooies begrawe het).

[Egeland, C. P., Domínguez-Rodrigo, M., Pickering, T. R., Menter, C. G. & Heatone, J. L. 2018. *Proc. Nat. Acad. Sci. USA.* 115(18): 4601–4606]