

Korte hoektanden, lange benen en een sexy brein

Het ontstaan van de mens door
natuurlijke en seksuele selectie

Paul Storm



1	1
2	2
3	3
4	4
5	5
6	6
7	7
8	8
9	9
10	10
11	11
12	12
13	13
14	14
15	15
16	16
17	17
18	18
19	19
20	20
21	21
22	22
23	23
24	24
25	25
26	26
27	27
28	28
29	29
30	30
31	31
32	32
33	33
34	34
35	35
36	36
37	37
38	38
39	39
40	40
41	41
42	42
43	43
44	44

Copyright 2009 ©Paul Storm

Uitgave: DrukWare
Basisontwerp: Sacha de Ven, Aduard (Gr.)
Fotobewerking: G.J. Engelman
Opmaak: Drukware, Norg (Dr.)
Druk: SSIP, Hong Kong

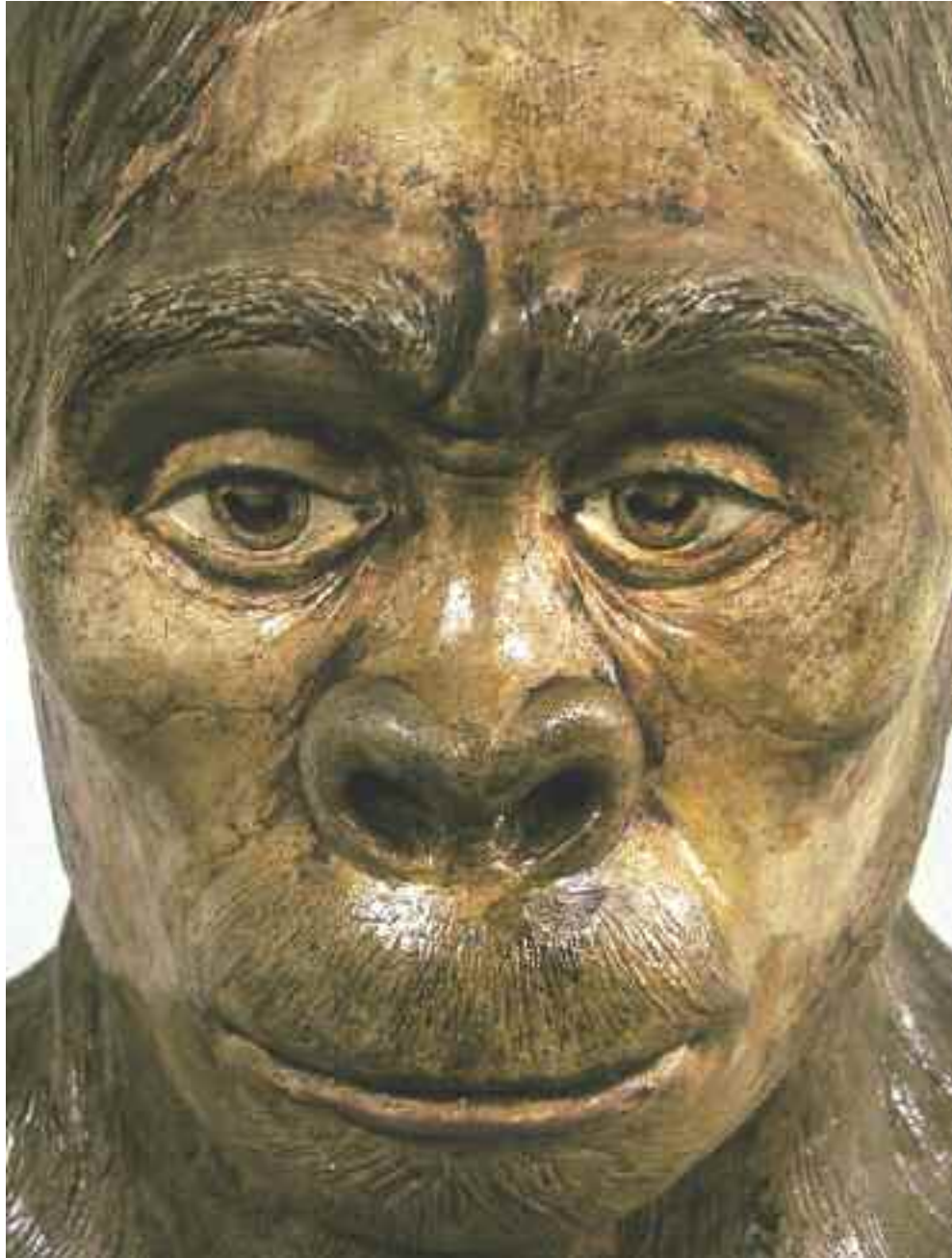
ISBN 978-90-78707-07-3

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand, of openbaar gemaakt, in enige vorm of enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnamen, of op enig andere manier, zonder uitdrukkelijke voorafgaande schriftelijke toestemming van de uitgever.

Hoewel de gegevens in dit boek met grote zorgvuldigheid zijn bijeengebracht, aanvaardt de schrijver geen aansprakelijkheid voor eventuele (zet)fouten of onvolledigheden.



Voor Barbara van der Hout en Mees Storm



Close-up van het hoofd van de reconstructie van de oermens *Pithecanthropus erectus* (*Homo erectus*), gemaakt voor de wereld tentoonstelling 1900 door E. Dubois.

1	1
2	2
3	3
4	4
5	5
6	6
7	7
8	8
9	9
10	10
11	11
12	12
13	13
14	14
15	15
16	16
17	17
18	18
19	19
20	20
21	21
22	22
23	23
24	24
25	25
26	26
27	27
28	28
29	29
30	30
31	31
32	32
33	33
34	34
35	35
36	36
37	37
38	38
39	39
40	40
41	41
42	42
43	43
44	44

Inhoud

1 Inleiding	9
2 De evolutie van de mens: een eenvoudig natuurlijk proces	13
<i>De wieg van de mensheid - Natuurlijke selectie - DNA - Seksuele selectie - Eenvoud</i>	
3 De eerste mensachtige stappen	31
<i>Een constant veranderende wereld - Het verdwijnen van oerwouden in Afrika - De eerste mensachtigen - Een “allround pas” - Kiezen - Hoektanden - Primitieve werktuigen</i>	
4 Een sterk afgeknotte waaier	63
<i>Niche - Verschillende soorten mensachtigen - Adaptieve radiatie</i>	
5 Een vleesetende oermens waaiert uit	77
<i>Lichamelijke indicaties voor het eten van vlees - Rechtop lopen met lange gestrekte benen - Vuistbijlen en gedrag - Wat is Homo erectus? - Verspreiding over de wereld - Populatiedichtheid - Vleesetende niche</i>	
6 Een sexy brein kan zo gevaarlijk zijn	105
<i>Hersenvergroting - Status, taal & seks - De creatieve explosie - Het uitsterven van soorten - Javamens geen voorouder van Aborigines - Het lot van de Neanderthalers</i>	
7 Infantiele apenkop	145
<i>Het gras gehakt model (samenvatting) – De domesticerende mens gedomesticeerd</i>	
8 De minimens mutant	159
<i>Minimens van Flores – Microcefalie - Eilandevoluitie – Contra-evolutie – Mutant onder de mutanten – En de wereld?</i>	
Literatuur	185

Dankwoord

In eerste instantie wil ik mijn echtgenote Barbara van der Hout bedanken. Zij heeft jarenlang een eindeloos geduld getoond dat ik me inliet met vaak onlucratieve liefhebberijen, paleoantropologisch en paleontologisch onderzoek. Zij is de eerste geweest die commentaar heeft geleverd op de inhoud van dit boek en heeft mij op een geweldige manier geholpen in computerland.

Bij deze wil ik de volgende mensen eveneens bedanken voor hun commentaar: Tom van der Colk (tandarts, Den Haag), Steph Menken (evolutiebiologie, Faculty of Science, Institute for Biodiversity and Ecosystem Dynamics, Universiteit van Amsterdam) en John de Vos (paleontologie, Naturalis, Leiden), die ik tevens erkentelijk ben voor zijn jarenlange toestemming fossielen te mogen onderzoeken en foto's te mogen gebruiken betreffende Dubois.

Dit houdt uiteraard niet automatisch in dat bovengenoemde personen het eens zijn met wat er in dit boek is geschreven.

Reinier van Zelst (Collectie manager, Naturalis, te Leiden) is behulpzaam geweest bij het verstrekken van de data betreffende de aantallen fossielen gevonden op Java.

Roelaf-Jan Oostra (Dept. of Anatomy & Embryology, AMC, Universiteit van Amsterdam) heeft de mogelijkheid geboden een microcefale schedel te onderzoeken.

Philippe Menecier (Musée de l'Homme, Paris) ben ik dankbaar voor zijn toestemming om de schedels van Neanderthalers en Cro-Magnon mensen te mogen onderzoeken; Aurélie Fort (Musée de l'Homme, Paris) voor haar hulp in de collectie.

Luc Antonis, Patrick Semal (Royal Belgian Institute of Natural Sciences, Brussels) en anderen wil ik bedanken voor hun hulp betreffende het stukje wenkbrauwboog afkomstig uit de Noordzee.

De volgende mensen wil ik danken voor hun toestemming om hun illustraties te mogen gebruiken: Remie Bakker, Hans Brinkerink, Jan Glimmerveen, Adrie en Alfons Kennis, Ad Konings, Dick Mol, John Plomp en Axel Stolp. Zonder John Plomp had ik mijn wens van een rauwe gehaktbal op het gras tegen een Nederlandse lucht niet zo fraai kunnen verwezenlijken.

Wilrie van Logchem ben ik dankbaar voor zijn hulp bij het vinden van een geschikte uitgever.

Financiële ondersteuning van A.M. Buitendijkfonds, Stichting Molengraaff Fonds, Jan Joost ter Pelkwijk Fonds en L.S.B. Leakey Foundation heeft onderzoek in het buitenland mogelijk gemaakt.

In de loop van de jaren hebben verschillende mensen betrokken bij onderzoek naar onze evolutionaire geschiedenis, zoals Peter Brown, Teuku Jacob, Adriaan Kortlandt, Pat Shipman, Chris Stringer, Philip Tobias, Alan Walker, Milford Wolpoff en anderen mij geholpen en/of voorzien van inzichten.

Mensen van verschillende Nederlandse instituten, zoals universiteiten en hogescholen, ben ik erkentelijk voor de gelegenheid die zij mij geven te doceren over de evolutie van de mens. Vragen van en discussies met studenten zijn mede een aanleiding geweest om dit boek te schrijven. Bij deze wil ik ze bedanken voor hun enthousiasme, nieuwsgierigheid en opmerkingen, hetgeen een stimulans vormt om door te gaan.



John Plomp bij het fotograferen.



1 Inleiding

Stel dat er in de verre toekomst buitenaardse organismen op aarde rondwaren die menen iets over het verleden te kunnen leren door het bodemarchief om te spitten, dan gaan ze spectaculaire lagen aantreffen. Net als paleontologen van vandaag zullen ze waarschijnlijk het massaal uitsterven van dino's ontdekken. Wie weet bedenken ze theorieën voor het verdwijnen van de dinosauriërs die lijken op die van ons, zoals een grote meteorietinslag. Deze meteoriet die met een enorme explosie insloeg zou een catastrofe op aarde hebben veroorzaakt.

Maar het kan haast niet anders of ze gaan tevens een recentere, misschien wel veel spectaculairdere massaverdwijning ontdekken. Op vele plaatsen op aarde gaat men in een laag vaak dezelfde stoffen aantreffen: beton, glas en teer. De botten van allerlei inmiddels uitgestorven diersoorten komt men hier en daar spaarzaam tegen, zoals die van olifanten en tijgers, maar de resten van één diersoort worden overal massaal aangetroffen. Wie weet komen ze in de toekomst zoekend naar een verklaring voor deze gebeurtenis, met de wildste fantasieën. Zouden ze op het idee komen dat die ene diersoort die ze op veel plaatsen aantreffen, de oorzaak is van het massaal uitsterven?

Wij hebben het twijfelachtige voorrecht boven de wezens die in de toekomst moeten gissen naar het massaal verdwijnen van vele organismen op aarde, dat we de oorzaak kennen: wijzelf. Wij bevinden ons op dit moment in een catastrofe en een aantal van ons kan het zich permitteren er rustig over te filosoferen bij het openhaardvuur onder het genot van een glas rode wijn. Dit keer geen oorzaak van buitenaf, geen hemellichaam uit het heelal die de levende wereld op aarde uit evenwicht brengt, maar een interne factor die zorgt voor instabiliteit. Hoe heeft een dergelijk dier ooit kunnen ontstaan? Door hele bijzondere omstandigheden? Het verbijsterende antwoord is nee. In dit boek zal de ontstaansgeschiedenis van de mens worden ontvouwd als een natuurlijk proces.

In dit boek wordt een verhaal verteld, een relaas over het ontstaan van de mens. De geschiedenis die in dit boek wordt verteld, is gebaseerd op wetenschap en hier geldt dat de waarheid van vandaag niet

Plaats voor het onderschrift van pagina 8

noodzakelijkerwijs de waarheid van morgen is. Het verhaal staat niet vast, het is een open verhaal, open voor kritiek en nieuwe inzichten die de koers kunnen wijzigen.

Zo werkt wetenschap: het is geen vaststaand geloofsartikel dat niet bewezen hoeft te worden, in tegendeel, het roept voortdurend om bewijs. Daar waar bewijs ontbreekt, mag u als lezer uitermate kritisch zijn. Het verhaal in dit boek is gebaseerd op het inzicht van velen, ik zou geen manier weten om dichter bij de waarheid te komen.



Figuur 1.2 Reconstructie van de aapmens *Australopithecus afarensis*, gemaakt door Remie Bakker. (© Remie Bakker)

1	1
2	2
3	3
4	4
5	5
6	6
7	7
8	8
9	9
10	10
11	11
12	12
13	13
14	14
15	15
16	16
17	17
18	18
19	19
20	20
21	21
22	22
23	23
24	24
25	25
26	26
27	27
28	28
29	29
30	30
31	31
32	32
33	33
34	34
35	35
36	36
37	37
38	38
39	39
40	40
41	41
42	42
43	43
44	44

Het is de versie die ik op dit moment de meest juiste acht, gebaseerd op eigen werk, vele zienswijzen opgeschreven in artikelen en boeken en gevoerde discussies met verschillende mensen.

Waarom dan weer een verhaal over de evolutie van de mens, zijn er niet al genoeg? Daar heb ik drie hoofdreden voor:

Ik ben nog geen echt overkoepelend en verklarend model over onze ontstaansgeschiedenis tegengekomen. In achtenswaardige boeken worden we geconfronteerd met allerlei interessante zienswijzen, hypothesen en vaak conflicterende theorieën. Maar een duidelijk model, dat het gehele traject eenduidig probeert te verklaren, lijkt te ontbreken.

Menselijke evolutie is alleen goed te begrijpen vanuit een ecologisch perspectief. Organismen evolueren niet in een vacuüm, maar in een context. Evolutie, ook die van de mens, is alleen te begrijpen binnen deze context, de ecologische omstandigheden. Dit wordt nog te vaak vergeten. De evolutie van de mens wordt in dit boek dan ook gepresenteerd als één model binnen een ecologisch kader.

De evolutie van de mens wordt te vaak ervaren als een complexe materie. Velen zien door de vele stambomen het bos niet meer. Maar menselijke evolutie is niet noodzakelijkerwijs ingewikkeld. Vanuit een natuurhistorisch perspectief bezien, lijkt onze evolutionaire geschiedenis zich op een logisch verklaarbare wijze te hebben voltrokken.

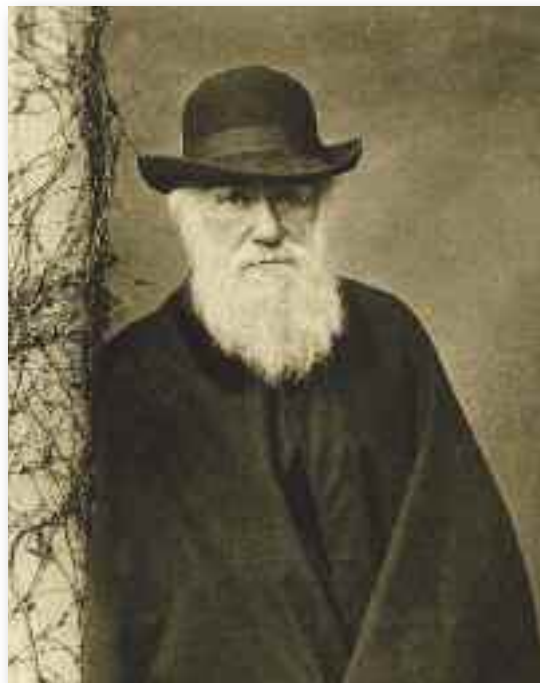
De evolutie van de mens wordt in dit boek eenvoudig uitgelegd, zodat het toegankelijk is voor een breed publiek. Dit is geen dikke pil waar u zich doorheen moet worstelen, maar het is een pilletje dat zich concentreert op de hoofdlijnen. Aangezien onze ontstaansgeschiedenis als één model wordt gepresenteerd, gaat het overzicht niet verloren. Het gaat om mijn visie. Om een vorm van controleerbaarheid en verdere verdieping te creëren wordt in de tekst door middel van nummers verwezen naar literatuur, die u achter in dit boek aantreft.

Drie opvallende kenmerken onderscheiden ons van andere apensoorten. We bewegen ons, in vergelijking met andere zoogdieren, op een unieke manier voort: we lopen rechtop met lange gestrekte benen. Geen van onze naaste verwanten heeft de grote indrukwekkende

kende hoektanden ingeleverd voor zielig ogende stompjes. Als klap op de vuurpijl hebben we een brein dat overdreven groot lijkt en bovendien een ongelofelijke hoeveelheid energie kost om te onderhouden.

Wat we zien is een opvallende, zich slechts op twee ledematen voortbewegende, schijnbaar veel te intelligente, naakte aap, die op dit moment de aarde dreigt te ontwrichten.

Is voor het ontstaan van een dergelijke wezen nog een logische natuurlijke verklaring te bedenken? Het mensachtige fossielen bestand overziend en met de twee mechanismen die de Britse natuuronderzoeker Charles Darwin ons in 1859¹ en 1871² heeft geschonken, natuurlijke en seksuele selectie, is het ontstaan van de mens goed te verklaren. Wanneer ik in gedachten “alle” mensachtige fossielen die de afgelopen 150 jaar zijn gevonden op een enorme tafel uitspreid en onze ontstaansgeschiedenis probeer uit te leggen, dan heb ik voldoende aan deze twee mechanismen. Een berg mensachtige fossielen, verreweg de meeste gevonden na Darwin’s publicaties, kan verklaard worden door zijn ideeën. Zie het als mijn eerbetoon aan hem, 150 jaar na het uitkomen van zijn “*On the origin of species*” (“*Over het ontstaan van soorten*”).



Charles Darwin, 1809 – 1882.

Korte hoektanden, lange benen en een sexy brein

2 De evolutie van de mens: een eenvoudig natuurlijk proces

De wieg van de mensheid - Natuurlijke selectie - DNA - Seksuele selectie - Eenvoud

De wieg van de mensheid

De Britse natuuronderzoeker Charles Darwin (1809 - 1882) merkte in 1871 op in zijn boek “*The descent of man*” (“*De afstamming van de mens*”²), dat het wat waarschijnlijker is dat onze vroege voorouders in Afrika hebben geleefd dan ergens anders. Met andere woorden, mogelijk stond de wieg van de mensheid in Afrika. In die dagen waren er geen fossielen van mensachtigen van dit continent bekend.

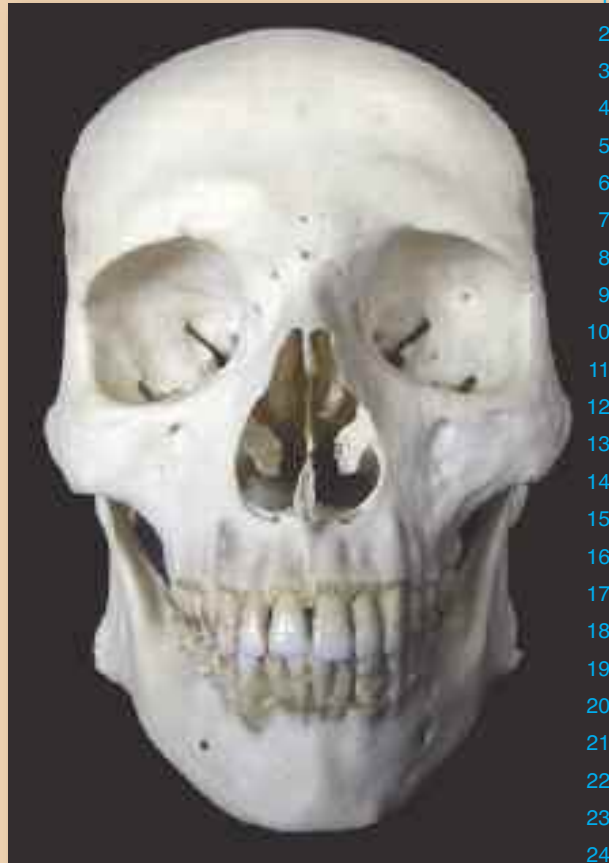
Waarom dacht hij dan toch aan Afrika? Darwin redeneerde dat nu levende zoogdieren vaak nauw verwant zijn aan de uitgestorven soorten in hetzelfde gebied. Het Afrikaanse continent is de plek waar we de nauwste verwanten van de mens tegenkomen: bonobo’s, chimpansees en gorilla’s. Alhoewel je je op een middag in de dierentuin, vergapend aan apenstreken, misschien niet voor kunt stellen dat het onze naaste verwanten zijn, vertonen mensapen, zoals chimpansees, veel overeenkomsten met ons.

Net als wij zijn ze slim, kijken ze ons recht aan, bezitten ze bewegelijke ledematen, hebben ze vinger- en teennagels en geen staart. Als je dus zonder fossielen op zak moet raden waar de mens vandaan komt, is Afrika een logische plek. Mogelijk heeft daar de gemeenschappelijke voorouder van bonobo’s, chimpansees, gorilla’s en mensen geleefd.

Nu, meer dan 130 jaar later en een berg fossielen rijker, moeten we nog steeds constateren dat Darwins vermoeden correct was. Zowel Zuid- als Oost Afrika hebben tot nu toe een ware schat aan aapmens en oermens fossielen opgeleverd. Afrika wordt momenteel gezien als de bakermat van de mensheid.

Natuurlijke selectie

De meeste mensen zullen Darwin niet kennen vanwege bovenstaande voorspelling. Hij is wereldberoemd geworden door zijn eerder verschenen boek “*Over het ontstaan van soorten*”¹, dat in 1859 voor het eerst is uitgegeven. In dit boek gaat Darwin uitgebreid in



Figuur 2.1 De schedels van chimpansees en mensen verschillen duidelijk van elkaar, toch verschillen deze twee soorten genetisch gezien niet veel van elkaar.

op de manier waarop soorten volgens hem ontstaan. Soorten zijn niet geschapen door God, maar ontstaan door evolutie, een geleidelijke ontwikkeling. De ene soort kan zich in de loop van de tijd geleidelijk ontwikkelen tot een volgende soort.

Alhoewel Darwin in zijn boek niet inging op de evolutie van de mens, veroorzaakte het bij veel mensen heftige verontwaardiging. Als soort A over kan gaan in soort B, dan zou dat ook kunnen gelden voor de mens. Het idee dat we niet zijn geschapen naar Gods evenbeeld maar afstammen van een aapachtig wezen, was en is nog steeds voor velen een horrorscenario. Darwin was trouwens niet de enige die op deze theorie was gekomen, ook de Britse onderzoeker Al-

fred Wallace (1823 - 1913) ging uit van het idee dat soorten kunnen ontstaan door evolutie.

Het idee van evolutie, geleidelijke verandering, bestond al voordat Darwin en Wallace hun idee gezamenlijk in 1858 publiceerden³. Wat hun theorie zo uniek, eenvoudig en daardoor briljant maakte, was het simpele mechanisme dat ze er voor hadden bedacht: natuurlijke selectie.

Het idee van natuurlijke selectie kan als volgt worden uitgelegd. Als een (seksuele) soort zich voortplant, ontstaat er een variatie aan nakomelingen. Niemand is een exacte kopie van z'n ouders, we zien er allemaal anders uit. Bij mensen is dat gemakkelijk te constateren maar, alhoewel voor ons vaak lastiger te zien, is dit ook het geval bij andere dieren en planten.

Er worden veel meer nakomelingen geboren dan er in leven kunnen blijven. Van die enorme klonten kikkerdril, die ieder voorjaar weer in de sloten terecht komen en waar duizenden kikkervisjes uit-zwormen, blijven er uiteindelijk maar een paar in leven. Doodgaan is de regel, blijven leven de uitzondering. De eieren worden belaagd





door watersalamanders, de kikkervissen worden afgeslacht door geelgerande waterroofkevers, waterschorpioenen en consorten. Eenmaal kikker, worden ze “opgewacht” door predators zoals ooievaars en ringslangen. En dit is nog lang niet alles. Naast bacteriën en virussen die een kikker het leven zuur kunnen maken, kan hem of haar van alles overkomen: uitdrogende sloten, strenge winters of platgereden op een weg. De kikkers met de juiste kleur, waarbij de zintuigen goed werken, die snel zijn, waarbij het afweersysteem allerlei ziekteverwekkers de baas blijft en verschillende weersomstandigheden het hoofd kunnen bieden, hebben de beste kansen om te overleven. Zij maken meer kans nakomelingen na te laten dan kikkers die deze eigenschappen niet of in mindere mate bezitten. De omstandigheid, “de

natuur”, selecteert, vandaar dat we spreken van natuurlijke selectie.

Als de omstandigheden veranderen, worden de selectiecriteria anders en moet een soort zich aanpassen. Als de omstandigheden maar lang en drastisch genoeg zijn gewijzigd, kan het gebeuren dat de nieuw ontstane vorm uiteindelijk niet meer lijkt op de oude en kunnen we spreken van een nieuwe soort: soortsvorming door natuurlijke selectie.

Natuurlijke selectie is bekend geworden onder de wel klinkende kreet “survival of the fittest”. Daar kun je je misschien allerlei heldhaftige dingen bij voorstellen, de sterkste of de snelste die overleven, maar dit hoeft niet. Het gaat in essentie om de op dat moment best aangepasten.

Stel dat er van een bepaalde keversoort vuurrode en knalblauwe vormen bestaan. Vogels zijn verzot op die kevers. In een blauwe omgeving worden de rode kevers er zo uitgepikt en opgegeten. De blauwe vorm is veel beter gecamoufleerd en deze kevers blijven vro-

lijk rondlopen. Betekent dit dat de blauwe kevers beter zijn dan de rode? In een blauwe omgeving kun je zeggen dat ze beter zijn gecamoufleerd, ze zijn niet in alle opzichten beter. In een rode omgeving zouden de rode kevers meer kans hebben gemaakt te overleven. Het gaat om een momentopname. Onder gegeven omstandigheden hebben bepaalde individuen meer kans te overleven. Als de omstandigheden wijzigen, kunnen dat weer andere individuen zijn.

Als we kijken naar het uiterlijk van mensen dan zien we een grote variatie. We hebben ze in allerlei “smaken”: lang, dun, kort, dik, zwart, bruin, wit, mensen met sluik, krullend of kroeshaar en dan heb ik het nog niet gehad over ogen, neuzen, lippen en oorlelletjes. Al die verschillen in lichamelijk kenmerken zijn niet zomaar ontstaan, er is een behoorlijke kans dat een groot deel van die eigenschappen het product zijn van natuurlijke selectie.

Het is moeilijk aan te tonen welke natuurlijke factoren een rol hebben gespeeld bij het ontstaan van lichamelijke kenmerken. Bij sommigen hebben we wel een aardig idee, bijvoorbeeld de globale vorm van onze romp en ledematen^{7, 12, 23}. In twee uiterste gebieden, de tropische savannen rond de evenaar van Afrika en op de Noordpool, verschillen de klimatologische omstandigheden enorm. Mensen kunnen zich in deze twee uiterst verschillende milieus handhaven. Voor een groot deel is dit te danken aan cultuur. Mensen bouwen verblijven, dragen kleding en maken allerlei werktuigen om te kunnen overleven.

Ondanks deze culturele aanpassingen zien we toch interessante verschillen wat betreft lichaamsbouw. Samburu, die in Kenia leven, zijn mensen met een lange slanke romp en lange ledematen. Inuit, die in de noordelijke regionen van onze aardbol leven, hebben een kortere bredere romp en kortere ledematen. In vergelijking met een Samburu is een Inuit dus compact gebouwd.

Mensen zijn warmbloedige zoogdieren die het beste functioneren bij een lichaamstemperatuur van 37 °C. Wordt de temperatuur lager of hoger, dan heb je een probleem. Mensen die in koude gebieden leven, dreigen te sterk af te koelen en mensen die in de tropen leven, hebben een omgekeerd probleem, namelijk dat van oververhitting. Inuit zijn dus gebaat bij het vasthouden van zoveel mogelijk lichaamswarmte terwijl Samburu liever wat warmte kwijt zijn.

Lichaamswarmte raak je kwijt via het lichaamsoppervlak, je huid dus. Om warmte kwijt te raken door middel van de huid heeft



Figuur 2.4 Vrouwelijke zwarte (melanistische) Noord Amerikaanse kousenband-slang met twee van haar net geboren jongen (bij de auteur). Eén jong is bruin, de ander zwart. Melanisme is het verschijnen van donkere of zwarte vormen binnen een soort⁸⁶. In de omgeving van Lake Erie (Noord Amerika / Canada) varieert het verschijnen van zwarte vormen in populaties tussen de 0 en 59%⁸⁸. Melanisme komt bij meerdere diersoorten voor⁸⁶, het is een duidelijk voorbeeld van variatie binnen een populatie.

het lichaam een mechanisme: zweten. Zweet dat verdampt op je huidoppervlak, onttrekt warmte aan de huid en zo ook aan het lichaam. Voor Samburu is het dus gunstig om in verhouding veel lichaamsoppervlak te hebben, terwijl dit voor Inuit juist niet het geval is. En dit is wat we zien aan de bouw van deze mensen.

Lange slanke mensen met lange ledematen hebben verhoudingsgewijs veel lichaamsoppervlak en dus goede mogelijkheden om af te koelen. Compact gebouwde mensen met korte ledematen hebben verhoudingsgewijs minder lichaamsoppervlak en beschermen zichzelf daardoor voor een te sterke afkoeling. De lichaamsbouw van Samburu en Inuit wijst dus op aanpassing aan het milieu. Deze verschillende lichaamsverhoudingen zijn waarschijnlijk ontstaan door natuurlijke selectie.

DNA

Darwin was aangewezen op anatomische kenmerken om te beoordelen of chimpansees en mensen veel overeenkomsten vertonen en dus mogelijk één gemeenschappelijke voorouder hebben gehad. We weten tegenwoordig door erfelijk onderzoek dat deze mensapen inderdaad nauw aan ons verwant zijn. Mensen en chimpansees delen 98% van hun erfelijk materiaal⁴. In de dagen van Darwin was de basis van erfelijke eigenschappen en hoe ze worden doorgegeven aan de volgende generatie niet bekend.

Jaren later, in 1953, publiceerden de Britse wetenschapper Francis Crick en Amerikaanse wetenschapper James Watson hun revolutionaire model voor de structuur van het DNA. Dit lange molecuul bezit gecodeerde boodschappen voor het doorgeven van erfelijke informatie. Ons alfabet telt 26 letters. Je zou kunnen verwachten dat het alfabet om zoiets gevarieerds en complex als madeliefjes, vliegenvlammen, olifanten en mensen of al die andere miljoenen organismen mee op te bouwen veel meer letters bevat. Dit is niet het geval.

Erfelijke informatie is gebaseerd op een verrassend eenvoudig alfabet met slechts 4 letters: A, C, G en T, afkortingen voor de stoffen (de zogenaamde stikstofbasen): adenine, cytosine, guanine en thymine. Het DNA molecuul is, wat de bouwstenen betreft, niet complex opgebouwd. Het bestaat uit twee ketens die spiraalsgewijs om elkaar heen liggen. De basiseenheid van het DNA, de nucleotide, bestaat op zich weer uit drie stoffen: een fosfaatgroep, een suiker en een stikstofbase. Van de laatstgenoemde groep hebben we dus slechts vier typen: A, C, G en T. De volgorde van deze vier letters bepaalt de erfelijke eigenschap. Voldoende om zoiets groots als een walvis mee op te bouwen.

Het klinkt ongelofelijk, maar deze vier stikstofbasen vormen de bouwstenen voor de enorme variatie van organismen die we dagelijks om ons heen zien. Het feit dat je dezelfde bouwstenen nodig hebt om een regenworm, goudvis, chimpansee of mens op te bouwen, is een overtuigende aanwijzing dat de mens, net als al die andere organismen, is ontstaan door evolutie.

Wat is het doel van het leven? Voor velen een lastige vraag maar vanuit het gezichtspunt van evolutie gezien niet. Het antwoord is zelfs simpel: DNA. Ons doel op aarde is het in stand houden en door-

geven van ons DNA. Alles wat je doet; 's morgens snel je boterham naar binnen werken; op weg naar school of je werk nog net op tijd wegspringen voor een aanstormende auto; verliefd worden op één van de burens, alles in je leven doe je om je DNA door te kunnen geven aan je kinderen.

Een mens is, net als een zeepier, in essentie een pakket DNA “verpakt” in suikers, eiwitten en vetten, die er voor moeten zorgen dat het DNA niet verloren gaat. De bouwstoffen en brandstoffen vormen ons lichaam en houden deze machine draaiende. Je houdt je DNA in stand door te eten en op tijd te vluchten voor gevaar. Als je dit maar lang genoeg volhoudt, bereik je op een gegeven ogenblik een leeftijd dat je het DNA door kan geven.

Vanaf dat moment draait het in het leven ook om seks. Door adem te halen en te eten houd je je DNA in stand, met seks geef je het door. Zonder seks zou je DNA voor eeuwig verloren gaan. Honderden miljoenen jaren lang hebben je voorgangers, je voorouders, er voor gezorgd het DNA dat nu in jouw lichaam zit werd doorgegeven. Zonder voortplanting zou die keten verbroken worden. Is het vreemd dat pubers in de klas meer belangstelling voor elkaar hebben dan voor de leraar die met veel moeite de stelling van Pythagoras probeert uit te leggen? Nee, dat is niet verwonderlijk, het is zelfs heel gezond.

Seksuele selectie

Volgens Darwin worden nieuwe soorten gevormd doordat er in de natuur een schifting plaats vindt. Als de omstandigheden veranderen, kunnen de selectiecriteria wijzigen, met als mogelijk gevolg dat ook een soort mee verandert. Toch kon Darwin niet alle kenmerken die hij waarnam verklaren door natuurlijke selectie. Zo viel het Darwin op dat een Braziliaanse indiaan en een Afrikaanse neger verschillen in uiterlijk, terwijl ze beiden oorspronkelijk uit een tropische omgeving komen. Darwin vermoedde dat er meer aan de hand was dan natuurlijke selectie alleen. Hier gaat seks een rol spelen.

In 1859 gaat Darwin¹ hier maar heel kort op in maar in z'n latere werk van 1871² komt dit onderwerp uitgebreid aan bod, zoals de volledige titel van zijn boek verraaft: “*De afstamming van de mens en selectie in relatie tot sekse*”. Bij het vliegend hert, een grote keversoort die ook in Nederland voorkomt, zijn de kaken van het mannetje veel



Figuur 2.5 Mannelijk Vliegendhert.

groter dan die van het vrouwtje. Zo omvangrijk, dat deze keversoort zijn naam te danken heeft aan die mannelijke kaken: door hun vorm en afmeting doen ze denken aan het gewei van een hert. Aangezien deze kevers ook kunnen vliegen, worden ze vliegend hert genoemd.

Bij herten zelf zien we overigens ook een duidelijk verschil tussen mannen en vrouwen. Bij veel hertensoorten dragen de mannen een deel van het jaar een gewei waarmee ze elkaar in de herfst te lijf kunnen gaan.

De vrouwelijke pauw ziet er met haar bruine kleur onopvallend uit. Logisch, want wanneer ze niet gecamoufleerd is, is ze voordat ze het weet de klos en eindigt ze tussen de kaken van een tijger. Hoe moet je nu het opvallende fraaie uiterlijk van een mannelijke pauw verklaren? De mannelijke pauw loopt in de natuur rond met kleuren die in een disco niet zouden misstaan. Bovendien sleept hij een lange staart mee, die iedere vluchtpoging lijkt te beletten. Dit lijkt in te druisen tegen natuurlijke selectie. Als er alleen sprake was geweest van natuurlijke selectie waren de schitterend gekleurde mannelijke pauwen allang opgeruimd door allerlei roofdieren en liepen er alleen nog maar onopvallende gecamoufleerde bruine mannetjes



Figuur 2.6 Mannelijk Damhert (© John Plomp)

met veel kortere staarten rond. Het heeft er alle schijn van dat er nog een factor is die selecteert: de vrouwelijke pauw.

Waarom zouden alleen vliegend hert mannen enorme kaken hebben, eten ze iets anders dan de vrouwen? Waarom dragen alleen edelhert mannen een gewei en de vrouwen niet? Hebben wolven het alleen op mannelijke edelherten voorzien en lusten ze de vrouwen niet, zodat een hinde zich niet hoeft te bewapenen? Dit zijn geen goede verklaringen. Net als bij de pauw is het aannemelijker dat vrouwen verantwoordelijk zijn voor de selectie. Er is sprake van seksuele selectie.

Vrouwelijke pauwen kiezen de mannen uit met de grootste en fraaist gekleurde staarten. Mannelijke herten en vliegend herten moeten strijden om de gunsten van de vrouwtjes. De winnaars worden beloond met de mogelijkheid om te paren. En zo hebben ze de kans om hun DNA door te geven. Buiten de eventueel zichtbare geslachtsdelen zijn er dus nog meer verschillen tussen de geslachten en die worden veroorzaakt door seksuele selectie. Maar nu wordt het spannend.

Is het niet zo dat, naast de geslachtsdelen, de mannetjes en

vrouwtjes bij mensen ook verschillen in uiterlijk? Dit was Darwin² uiteraard niet ontgaan. Hij merkte op, dat het er op lijkt dat onze mannelijke op aap gelijkende voorvaders hun baard hebben verworven als een ornament om de vrouwtjes mee te bekoren of op te winden. De mannetjes gaven deze baarden enkel door aan hun mannelijke nakomelingen.

Zou dit voor Darwin mede een overweging zijn geweest om dit aanhangsel op een gegeven ogenblik ter volle glorie te laten staan? De baard zou dus een functie hebben vergelijkbaar met die van de mannelijke pauwen staarten. De menselijke vrouwtjes paren het liefst met de mannetjes met de langste en volste baarden. Een andere mogelijkheid is dat de baard een rol speelt bij het imponeren van mannelijke rivalen om de gunsten van de vrouwen. In dit geval zou de baard vergelijkbaar kunnen zijn met de manen van een leeuw. Door een grote bos haren zie je er groter en daardoor gevaarlijker uit. Is het toeval dat mannen van motorclubs vaak hun baard laten groeien? Als je als man geen “baby face” of verwijfd gezichtje wilt hebben, dan laat je je baard staan. Bij één van onze naaste verwanten bezitten de mannetjes ook aanhangsels om mee te imponeren. Orang-oetan mannen kunnen er indrukwekkend uitzien met hun keelzak en wangflappen.

Uiteraard hoeven niet alleen mannen kenmerken te bezitten om op de één of andere manier het hart van het tegenovergestelde geslacht te winnen. Ook vrouwtjes kunnen in het dierenrijk kenmerken bezitten om de mannetjes mee te bekoren.

Darwin² merkte op dat de achterkant van veel Hottentot vrouwen op een verwonderlijke manier uit kan steken. Er is zelfs een term voor: steatopygie. Een kenmerk dat in grote mate bewonderd wordt door een aantal mannen. Grote billen komen vaker voor in Afrika, ook bij andere groepen. Mannen zouden hun vrouw uitkiezen door ze in een lijn op te stellen, waardoor degene met de meest projecterende billen er zo uitgepikt kan worden. Wat is er mooier dan een staande vrouw met grote ronde billen? Dat is er één die voorover bukt en haar achterste prominent naar achteren steekt.

De Britse zoöloog Desmond Morris⁵ gaat er vanuit dat de voorouders van de mens, net als de meeste andere apen, de geslachtsdaad van achteren deden. Mannetjes bestijgen de vrouwtjes van achteren, zo ook bij onze voorvaderen en moeders. Om seksueel opgewonden te raken hebben mannen prikkels nodig. De prikkels worden ge-



Figuur 2.7 De rode keelflap van deze mannelijke anolis (Florida, Noord Amerika) dient waarschijnlijk niet alleen om andere mannelijke soortgenoten duidelijk te maken dat ze zich in zijn territorium bevinden, maar tevens om vrouwen aan te trekken.

vormd door de aanblik van de halfronde billen. Voor veel mannen is een voorovergebukte vrouw die haar achterste aanbiedt het startschot om DNA proberen door te geven.

Maar Morris' redenering volgens, trad er in de loop van onze evolutie een groot probleem op. De daad verplaatste zich van achteren naar voren. Wat moesten de mannen zonder de prikkels? De mens is niet uitgestorven dus er moet een oplossing zijn gevonden. Morris komt dan ook met een uitweg, de billen verplaatsten zich naar voren. Vrouwelijke borsten worden in eerste instantie gezien als de melkleveranciers voor baby's. In mindere mate zouden ze ook een functie hebben voor het seksueel prikkelen van mannen. Maar Morris is het daar niet mee eens, hij merkt op dat er primaten (onze naaste verwanten) zijn die voldoende melk produceren zonder halfronde borsten. Met andere woorden: borsten hoeven niet zo groot en bolvormig te zijn om voldoende melk te geven.



Figuur 2.8 Afgietsel van het prehistorisch beeldje “Venus van Willendorf”. Kenmerkend voor venusbeeldjes zijn, onder andere, de grote billen en borsten. Eén van de eerste gevallen van obesitas, vruchtbaarheidsgodin of sekssymbool?

Bij de mens is de borstomvang niet gerelateerd aan melkgift. Volgens hem hebben de bolvormige busten de functie overgenomen van de ronde billen. Door de prikkels die de vrouwelijke borsten geven kan de man nu ook van voren “zijn plicht” vervullen. Niet iedereen was het met hem eens⁶. Vrouwenborsten zijn lang niet altijd groot en half rond. De grootte en vorm van vrouwelijke mensenborsten variëren. Het valt niet te ontkennen dat ze naast hun functie om voor melk te zorgen ook een rol spelen als erogene zone. Het is waarschijnlijk dat natuurlijke en seksuele selectie verantwoordelijk zijn voor deze variatie. Grote ronde borsten werken prikkelend, maar met kleinere borsten beweegt een vrouw zich gemakkelijker. In het algemeen kun je stellen dat het uiterlijk en gedrag van een zich seksueel voortplantend dier, dus ook de mens, er voor moet zorgen dat het individu lang genoeg leeft en zo aantrekkelijk mogelijk is voor goede partners om zoveel mogelijk DNA in volgende generaties terecht te laten komen. Uiterlijke kenmerken, zoals baarden en borsten, treffen we niet aan bij de fossiele resten van onze vroege voorouders.

In de paleoantropologie, het wetenschapsgebied dat zich bezighoudt met de bestudering van de evolutie van de mens, zullen we het moeten doen met botten en tanden. Hetgeen niet wegneemt dat andere wetenschapsgebieden, zoals erfelijkheidsleer, belangrijke bijdragen leveren tot een beter begrip van onze evolutionaire geschiedenis.

Eenvoud

Bezeten van het idee om de “missing link” te vinden, gaf de Nederlandse arts Eugène Dubois (1858 - 1940) in 1887 zijn carrière in Nederland op en reisde met vrouw en kind naar Indonesië. Een ongehoofde daad, het was zoeken naar een speld in een hooiberg. Enorm veel doorzettingsvermogen heeft hem uiteindelijk in 1891 en 1892 bij het Javaanse plaatsje Trinil succes opgeleverd. Hier vond hij een kies, een schedelkapje en een dijbeen dat hij toeschreef aan één en hetzelfde wezen, een “overgangsvorm” tussen mensaap en mens.

Voor die tijd waren er weliswaar al resten gevonden van fossiele apen en mensachtigen (Neanderthalers), maar die konden niet worden beschouwd als uitgesproken “schakels” tussen mensaap en mens. Vanaf het moment dat hij zijn vondsten in 1894 presenteerde als zijnde de “missing link”, *Pithecanthropus erectus* (rechttopgaande aapmens), zijn ze onderwerp geweest van hevige discussies.

En Dubois? Die is er in de verhalen die er over hem zijn geschreven niet altijd even goed vanaf gekomen. Dit vond Dubois zelf zorgwekkend; op 27 maart 1931 merkte hij op¹⁰⁹:

“Nu ik oud ben denk ik terug aan mijn leven en tracht mijn eigen waarde te bepalen. Nu geloof ik dat ik altijd onderschat ben. In de meeste boeken word ik voorgesteld als de eerste de beste militaire arts die toevallig een belangrijke vondst deed.”

Dubois’ verdiensten voor de wetenschap gaan verder dan deze “toevallige vondst”.

Sinds Dubois’ claim, eind 19^e eeuw, de “missing link” gevonden te hebben op Java, zijn er al heel wat “ontbrekende schakels” gevonden. Onze denkbeelden over menselijke evolutie werden er met al die “schakels” niet eenvoudiger op.

Ooit konden we nog mijmeren over een enkele evolutionaire lijn die van aapmens via oermens naar de mens leidde, maar tegenwoordig is het eerder een boom met verschillende aftakkingen. Eigenlijk is het nog ingewikkelder want net zoals in andere disciplines,



Figuur 2.9 Dubois (met ringbaard) vlak voor zijn vertrek naar Indonesië, gefotografeerd op de boot SS Prinses Amalia, op 29 oktober 1887. (© Naturalis)

zijn paleoantropologen het regelmatig oneens met elkaar, dat levert dus veel stambomen op.

Kranten, tijdschriften en populair wetenschappelijke boeken doorbladerend en lezend kan de oorsprong en evolutie van de mens complex overkomen. Toch denk ik dat het ontstaan van de mens, 150 jaar nadat Darwin zijn boek “*Over het ontstaan van soorten*” publiceerde, goed uit is te leggen.

Darwin^{1, 2} heeft ons twee eenvoudige mechanismen verschaft, natuurlijke en seksuele selectie, waarmee we het ontstaan van nieuwe vormen kunnen verklaren. Tegenwoordig gaat men er vanuit dat dit niet de enige twee factoren zijn die een rol spelen bij het ontstaan van nieuwe vor-



Figuur 2.10 Opgraving bij Trinil gefotografeerd eind 19e eeuw. (© Naturalis)



Figuur 2.11 Plaats waar opgegraven is bij Trinil gefotografeerd in 1996. Het waterniveau van de rivier Solo staat nu hoger, maar de plek waar Dubois heeft gegraven is nog steeds zichtbaar.

men⁷, maar het zijn wel twee hele belangrijke. De basiscodering van het leven, het DNA, is verrassend eenvoudig gebleken.

Waarom zou het menswordingsproces dan ingewikkeld zijn? Zo'n complex wezen als een mens, daar moet toch een ingewikkelde basis en ontwikkeling aan ten grond slag liggen? De evolutie van de mens kan ingewikkeld overkomen wanneer we inzoomen op allerlei details van de vele menselijke fossielen of ons verliezen in de vele meningsverschillen van wetenschappers. Maar als we als het ware een paar passen achteruit doen en het fossiele bewijs in z'n context proberen te beschouwen, dan zie ik een natuurlijk proces. Een proces dat zich eenvoudig laat beschrijven met behulp van Darwins natuurlijke en seksuele selectie.



Figuur 2.12 Drie fossielen (kies, schedelkap en dijbeen) gevonden bij Trinil eind 19e eeuw, die Dubois toeschreef aan een "overgangsvorm": *Pithecanthropus erectus*. (© Naturalis)



Figuur 2.13 Reconstructie *Pithecanthropus erectus* gemaakt voor de wereldtentoonstelling 1900 door Dubois.

1	1
2	2
3	3
4	4
5	5
6	6
7	7
8	8
9	9
10	10
11	11
12	12
13	13
14	14
15	15
16	16
17	17
18	18
19	19
20	20
21	21
22	22
23	23
24	24
25	25
26	26
27	27
28	28
29	29
30	30
31	31
32	32
33	33
34	34
35	35
36	36
37	37
38	38
39	39
40	40
41	41
42	42
43	43
44	44

3 De eerste mensachtige stappen

Een constant veranderende wereld - Het verdwijnen van oerwouden in Afrika - De eerste mensachtigen - Rechttop lopen: "Een allround pas" - Kiezen - Hoektanden - Primitieve werktuigen

Een constant veranderende wereld

Het leven, dat uit bacteriën, schimmels, planten en dieren bestaat, ligt als een dunne schil over en vlak onder het aardoppervlak. De aardbol zelf is geen statisch geheel, maar is constant in beweging. Het is misschien moeilijk voor te stellen, maar zelfs de continenten liggen niet stil maar verschuiven ten opzichte van elkaar. Bergen worden gevormd en komen omhoog als geweldige plooien van het aardoppervlak. De Alpen en de Himalaya zijn indrukwekkende gebergten maar ze brokkelen af.

Wij zullen het niet meer meemaken, maar erosie zorgt ervoor dat ze uiteindelijk zullen verdwijnen. Ruwe hoekige brokken steen worden in het rivierwater gepolijst tot fraaie ronde vormen, die als maar kleiner worden. Grote stenen worden kleine stenen en van kleine stenen blijft uiteindelijk niet veel meer over dan een zandkorrel. Rivieren vervoeren al die keien en zandkorrels uiteindelijk naar zee. Met een beetje geluk met het Nederlandse weer kunnen zoonaanbidders zich vervolgens op dit zand nestelen bij de zee, om zich door de zon te laten verwarmen. Het aardoppervlak is dus dynamisch, het verschuift, botst, komt omhoog en daalt.

Het klimaat is ook niet constant. Terecht maken we ons druk om het klimaat. Een groot deel van Nederland onder de zeespiegel zien verdwijnen zal voor weinigen een florissant vooruitzicht zijn, maar er is op zich niets nieuws onder de zon.

Zo'n 2 miljoen jaar geleden leefden er in het oosten van Nederland apen. De fossiele makaak, die gevonden is bij het Noord-Limburgse dorp Tegelen⁸, duidt op een warm klimaat. Apen worden vandaag de dag namelijk voornamelijk in de tropen en de subtropen aangetroffen.

Dit warme beeld wordt bevestigd door de vondst, in Tegelen, van het schild van een Europese moerasschildpad⁸. Schildpadden hebben zonnewarmte nodig om hun eieren uit te laten broeden. De vrouwelijke schildpadden bebroeden hun eieren namelijk niet zoals de meeste vogels dat doen. Schildpadvrouwtjes graven een kuiltje



Figuur 3.1 Er worden niet alleen vissen gevangen in de Noordzee maar ook fossiele botten. (© Dick Mol)

waarin ze de eieren leggen, bedekken het vervolgens weer met grond en bekommeren zich daarna niet meer om de eieren. Gedurende deze warme periode lag een groot deel van Nederland onder het zeeniveau. Een rondje Den Haag, Rotterdam, Utrecht, Amsterdam had je in die tijd zwemmend af moeten leggen.

Maar zo'n 130.000 tot 10.000 jaar geleden, was de situatie heel anders, veel kouder. In die periode liepen er in Nederland wolharige mammoeten rond⁹. Een olifantachtige met een dikke vacht en kleine oren om zich te beschermen tegen de kou. Wolharige mammoeten leefden in Nederland in een koud klimaat.

In warme perioden was het zeeniveau hoog, in koudere perioden daalde het, als gevolg van het feit dat veel zeewater in de vorm van ijs werd opgeslagen bij de polen. Er zijn zelfs tijden geweest dat je van Nederland naar Engeland kon lopen. Het aardoppervlak en het klimaat veranderen in de loop van de jaren overal op aarde en planten en dieren passen zich aan. Doen ze dat niet, dan sterven ze uit. Uitsterven is in deze constant veranderende wereld niet iets om je



Figuur 3.2 Mammoetbotten opgegevisht uit de Noordzee (© Hans Wildschut/Dick Mol)

voor te schamen. Het komt zo ongelooflijk veel voor, dat je kunt stellen dat uitsterven de regel is en overleven de uitzondering. De vraag of een soort uit zal sterven is op zich niet bijster interessant. Het is net als met je eigen leven, de vraag of je dood zal gaan is niet zo boeiend, de vraag wanneer en hoe des te meer. Zo is het ook met soorten, ze verdwijnen vroeg of laat, alhoewel, er is een ontsnappingsclausule.

Door je voort te planten maak je het DNA dat in je lichaam aanwezig is onsterfelijk. Theoretisch gezien kan het leven eeuwig doorgaan. Het is al zo'n 3,5 miljard jaar lang doorgegeven, steeds in een iets andere samenstelling en in een veranderend jasje. Individuen



Figuur 3.3 Fossielen opgevist uit de Oosterschelde.

Figuur 3.4 Ook op de Oosterschelde wordt gevist naar fossiele zoogdierresten.

sterven maar DNA kan voortdurend worden doorgegeven. Dat neemt niet weg dat veel soorten vroeg of laat doodlopende wegen blijken te zijn en het DNA dat ze vertegenwoordigen uitsterft.

Allerlei biotische (voedsel, predatie, competitie, etc.) en abiotische factoren (temperatuur, vochtigheid, etc.) kunnen in de loop van de tijd veranderen en zo de omstandigheden wijzigen. De soorten die er in slagen zich aan te passen aan de nieuwe omstandigheden, die vroeg of laat opduiken door de continue veranderende aarde, krijgen de kans hun DNA door te blijven geven. Het is een duizelingwekkende gedachte dat het DNA dat in je lichaam aanwezig is al honderden miljoenen jaren lang is doorgegeven door voorgaande generaties, die er keer op keer in zijn geslaagd zich aan te passen aan nieuwe situaties. Eerlijkheidshalve moet natuurlijk wel worden vermeld dat het DNA in die tijd wel wat veranderingen heeft ondergaan.

Het verdwijnen van oerwouden in Afrika

Vanaf zo'n 10 miljoen jaar geleden werd Afrika geconfronteerd met drastische veranderingen van de plantenwereld. De grote uitgestrekte oerwouden, die dit continent als een dikke groene deken tot dus ver hadden bedekt, braken open. Veel grote wouden verdwenen en er kwam een meer open landschap voor in de plaats: de savanne⁷.

De savanne is veel eenvoudiger van structuur dan het tropisch woud. Savannen worden gedomineerd door grassen met hier en daar wat bomen. Kort door de bocht zou je kunnen zeggen dat voor een aantal dieren een driedimensionale wereld veranderde in een tweedimensionale wereld. Dit is uiteraard beeldend bedoeld, aangezien we allemaal in een driedimensionale wereld leven.

Apen leven vaak in een bos, waar de bomen dicht bij elkaar staan, een wereld waarin ze zich horizontaal en verticaal kunnen verplaatsen. Als de bomen voor een groot deel verdwijnen, zullen ze zich slechts voornamelijk horizontaal over de grond kunnen verplaatsen. Hun wereld wordt daardoor enorm verkleind. De veiligheid die de bomen eventueel konden geven, wanneer ze achterna werden gezeten door een roofdier, zijn niet langer aanwezig of in veel minder mate voorhanden. Bovendien hebben zachte bladeren en sappig fruit plaats gemaakt voor veel harder plantenmateriaal dat zich zelf beschermt tegen uitdroging en vraat van herbivoren¹⁰.

Plantenetters die op de savanne leven, zoals zebra's en olifanten, hebben hoge kiezen zodat deze gebitselementen lang mee kunnen. De slijtage van kiezen is in deze open droge omgeving aanzienlijk. Met andere woorden, bij de overgang van een tropisch regenwoud naar de savanne is niet alleen de ruimte waarin dieren zich kunnen bewegen veranderd, maar ook het voedsel. Geen bomen meer om aan gevaar te ontsnappen of achter te verschuilen en voedsel is veel lastiger te verwerken.



Figuur 3.5 Savanne in Kenia.

Je verwacht in een aldus veranderde omgeving dus twee belangrijke aanpassingen: de manier waarop een dier zich voortbeweegt en het middel waarmee het zijn voedsel verwerkt. Dit is exact wat we zien bij twee groepen waar we wat meer van weten, paarden en mensapen die zich in een open omgeving moesten zien te handhaven¹¹.

Een klein zogenaamd drietenig oerpaardje met lage kiezen evolueert uiteindelijk naar een groot ééntenig paard met hoge kiezen. Dit oerpaardje kon zich prima handhaven in het dichte woud. Met z'n kleine gestalte kon hij zich verschuilen en door de dichte vegetatie bewegen. Met z'n vier voortenen en drie achtertenen kon hij zich goed over de zachtere bosbodem bewegen. Z'n laagkronige kiezen waren geschikt om zachte bladeren mee fijn te malen. In een open omgeving voldeed dit niet langer. In de meer open omgeving werden de paarden steeds groter en sneller. Op de savanne kan snelheid een prima manier zijn om aan roofdieren te ontsnappen. Een ééntenig paard is ideaal gebouwd om zich in open omgeving snel voort te bewegen zonder veel verlies van energie. En de kiezen werden steeds hoogkroniger om het harde gras langdurig mee te kunnen vermalen.

De mensapen die zo'n 7 tot 2 miljoen jaar geleden in Afrika leefden, onze vroege voorouders, werden eveneens geconfronteerd met een open omgeving. Bij deze mensapen zien we ook aanpassingen van de ledematen en de gebitselementen.

De eerste mensachtigen

Voordat ik inga op deze aanpassingen is het nodig om even stil te staan bij kenmerken van primaten, de groep van zoogdieren waar ook de mens toebehoort. De zoogdieren hebben zich in de afgelopen miljoenen jaren tot de meest uiteenlopende grootten en vormen ontwikkeld. Van piepkleine spitsmuizen tot reusachtige walvissen, bolvormige stekelige egels en fladderende vleermuizen. In deze grote variatie is, zoals bij andere organismen, een ordening aangebracht. De klasse van de zoogdieren wordt verdeeld in verschillende orden, zoals bijvoorbeeld roofdieren (leeuwen en wolven), walvissen, evenhoevigen (herten en runderen), knaagdieren (muizen en cavia's), vleermuizen en primaten. In wezen draait het bij de evolutie van de primaten met name om aanpassingen aan het leven in de bomen.

Bewegelijke ledematen en diepte kunnen zien, kunnen van levensbelang zijn wanneer je veilig door de bomen wilt bewegen. Apen



zijn ideaal gebouwd om in bomen te leven. In de loop van de evolutie zijn de ogen van de zijkant van de kop naar voren verschoven. Hierdoor zijn ze in staat diepte te zien. Het is nogal ongemakkelijk wanneer je van tak tot tak wilt springen en je bent niet in staat in te schatten hoever de volgende tak van je verwijderd is. Al even ongemakkelijk is

het wanneer je niet in staat bent de volgende tak vast te pakken. Apen hebben vijf vingers met een opponeerbare duim waarmee ze in staat zijn takken vast te omklemmen.

De dagelijkse wereld om ons heen is in grote mate door ons gevormd. Wij leven in een culturele, door ons zelf gecreëerde wereld, die duidelijk afwijkt van andere omgevingen om ons heen. Een wereld die niet tot de natuur lijkt te horen, vandaar dat we spreken van onnatuurlijk.

Die culturele wereld, met megagrote steden zoals New York, hebben we onder andere kunnen creëren door twee bovengenoemde primatekenmerken: diepte zien en handen met een opponeerbare duim om iets mee te kunnen maken. Zonder grijporgaan en stereoscopisch zicht wordt het lastig je omgeving te veranderen. Dolfijnen zijn zeer intelligente dieren, maar ik zie ze nog niet zo snel een fiets in elkaar sleutelen.

Deze oude primatekenmerken zijn dus heel belangrijk. Vervolgens zullen we nu gaan kijken naar de meer typische mensachtige kenmerken. De eigenschappen die zijn ontstaan als een adaptatie van mensapen aan een meer open omgeving.

Miljoenen jaren lang, vanaf zo'n 60 miljoen jaar geleden¹², zijn onze zeer, zeer vroege voorouders onder druk van natuurlijke selectie omgevormd tot in de bomen levende zoogdieren.

Vanaf zo'n 10 miljoen jaar geleden ontstond er steeds meer open terrein in Afrika. Dit betekende voor vele dieren, waaronder mensapen, een mogelijkheid in deze nieuwe omgeving door te dringen. Vanaf het moment dat een mensaap zich regelmatig in een meer open omgeving begeeft, beginnen de spelregels te veranderen. De selectiecriteria verschuiven.



Aangezien veel klimgelegenheid verdwijnt en planten stugger en harder worden, kun je verwachten in de loop van de tijd aanpassingen te zien van het voortbewegingsmechanisme en het gebit. De periode waarin we de eerste fossiele aanwijzingen hebben, dat mensapen zich beginnen aan te passen aan een nieuwe omgeving, ligt tussen de

7 en 4 miljoen jaar geleden. Deze aanwijzingen zijn niet zo sterk als de latere.

Tussen 4 en 3 miljoen jaar geleden hebben we indicaties van mensapen die zich hebben aangepast aan de Afrikaanse savanne. Vanaf het moment dat er sprake is van mensapen die zich aanpassen aan een open omgeving, en daarmee menselijke eigenschappen beginnen te vertonen, spreken we van mensachtigen.

In 2002 werd in het tijdschrift *Nature* een spectaculaire vondst gepresenteerd. De schedel van een mens(aap)achtig wezen, werd beschreven door de Franse paleontoloog Michel Brunet en maar liefst 37 medeauteurs¹³. Volgens de onderzoekers representeert het fossiel, met een geschatte ouderdom van 6 tot 7 miljoen jaar, een nieuwe soort: *Sahelanthropus tchadensis*. Naast de hoge ouderdom, is het bijzonder dat dit fossiel in Tsjaad is gevonden, Centraal Afrika en niet in Zuid- of Oost Afrika waar al vele mensachtige fossielen zijn aangetroffen.

Volgens genetisch onderzoek moet de gemeenschappelijke voorouder van mens en chimpansee tussen de 5 en 7 miljoen jaar geleden hebben geleefd. Vanuit dit gezichtspunt gezien is de ouderdom van *Sahelanthropus* zonder meer spannend. Het is mogelijk de oudste mensachtige die tot nu toe gevonden is. Helaas zijn er tot op heden geen delen van de ledematen gevonden van deze soort, waardoor men onzeker is over de manier waarop hij zich heeft voortbewogen. De schedel zou een interessante mix van kenmerken bezitten^{7, 13, 14}. Mensachtige kenmerken zijn een weinig vooruitstekende snuit, kleine hoektanden en dik glazuur op gebitselementen. Primitieve kenmerken zijn de zware wenkbrauwboog, een laag voorhoofd en de kleine schedelinhoud van ongeveer 350 cc. Deze is daarmee globaal vergelijkbaar met die van nu levende mensapen. Hedendaagse men-

sen bezitten een schedelinhoud die globaal varieert tussen de 1100 en 1800 cc. Deze combinatie van kenmerken heeft de onderzoekers doen besluiten, dat de positie van *Sahelanthropus* in de buurt moet liggen van de gemeenschappelijke voorouder van mens en chimpansee.

Op de claim mensachtige kenmerken te hebben aangetroffen aan de schedel van *Sahelanthropus* valt wat af te dingen¹⁴. Maar zelfs als deze vondst in de loop van de tijd wat aan de zijlijn gezet zal worden, wat betreft z'n voorouderlijke rol voor de mens, dan nog is de vondst als belangrijk te beschouwen, aangezien we bijzonder weinig weten van fossiele mensapen.

De volgende mensachtige kandidaten met een hoge ouderdom (tussen de 6 en 4 miljoen jaar geleden) zijn de soorten *Orrorin tugenensis* en *Ardipithecus ramidus*. Van beide Oost-Afrikaanse vormen is helaas veel minder bekend van de schedelvorm dan van *Sahelanthropus*.

Ardipithecus, die gedateerd is tussen de 5,8 - 4,4 miljoen jaar geleden, is mensachtig wat betreft een kleinere hoektand, maar tegelijkertijd doet het dunnere glazuur op de gebitselementen denken aan dat van andere nu levende mensapen⁷. Maar de oudere *Orrorin*, van zo'n 6 miljoen jaar oud, heeft juist weer dik glazuur.

Kortom het beeld dat we hebben van onze voorouders tussen de 7 en 4 miljoen jaar geleden is vaag. De trends die doen denken aan mensachtig zijn interessant, maar er is helaas nog veel twijfel.

Tussen de 4 en 3 miljoen jaar geleden is ons beeld van onze vroege voorouders veel beter. Dit komt met name door twee spectaculaire vondsten. Het vinden van vroege fossiele mensachtige resten is heel lastig, met fragmenten moet je al heel blij zijn. Bij het aantreffen van een schedel is het tijd voor een groot feest. Het vinden van veel skeletresten afkomstig van één individu is nog altijd een unieke gebeurtenis.

Uit de periode van 4 tot 3 miljoen jaar geleden kennen we de resten van maar liefst twee fraaie skeletten, alle twee gevonden in Ethiopië. Het wereldberoemde skelet van Lucy en dat van Selam. Onderzoekers die zich bezighouden met de evolutie van de mens, hebben meer dan eens de neiging hun vondsten bijnamen te geven. Veel gemakkelijker te onthouden en tot de verbeelding sprekend dan droge nummers.

Geen bijnaam van een mensachtige is waarschijnlijk zo bekend als dat van Lucy, het skelet dat is gevonden in 1974 door de Amerikaanse paleoantropoloog Donald Johanson en z'n team¹⁸. Vernoemd naar het liedje van de Beatles "Lucy in the Sky with Diamonds". In dit geval eerder: "Lucy op de grond in vele stukjes". Zo'n 40% van haar skelet zou zijn gevonden. Vervang één letter van haar naam voor dat van een ander, de letter y voor een k en je krijgt wat je werkelijk nodig hebt om, naast een enorm doorzettingsvermogen, een dergelijk fossiel te vinden: "luck". Lucy is nog steeds, na zo vele jaren, de toetsteen voor vele nieuwe vondsten, mensachtige fossielen zijn bijvoorbeeld "ouder dan" of "meer compleet dan" Lucy¹⁵. De ouderdom van Lucy is 3,2 miljoen jaar.

Sinds kort kennen we ook "Lucy's dochter". Dit is niet letterlijk bedoeld, de resten waar het om gaat zijn die van een 3,3 miljoen jaar oud kinderskelet, beschreven in 2006 door de Ethiopische paleoantropoloog Zeresenay Alemseged en zijn collega's¹⁰. Ook hier een bijnaam: Selam, hetgeen vrede betekent.

Behalve deze twee skeletten zijn er in Ethiopië veel andere resten van mensachtigen aangetroffen. Lucy en haar tijdgenoten vormen een overweldigend fraai venster op een lang vervlogen tijd. Naast skeletresten zijn er in een oude aslaag in Tanzania voetafdrukken gevonden, die er op wijzen dat de maker van deze afdrukken rechtop moet hebben gelopen. Al deze aanwijzingen worden door een aantal wetenschappers toegeschreven aan één soort mensachtige: *Australopithecus afarensis*.

Of je al deze fossiele resten nu afkomstig ziet van één soort of van meerdere soorten doet er in dit geval niet zo veel toe. Ze geven hoe dan ook inzicht in wat er zo'n 4 tot 3 miljoen jaar geleden is gebeurd met mensapen die zich in een meer open omgeving begaven.



Een "allround pas"

Naast de voetafdrukken, die in Tanzania zijn aangetroffen, geven ook de delen van het skelet van *Australopithecus afarensis* aan dat mensapen anders gingen bewegen. Van een leven dat zich veel in de bomen afspeelde, naar een leven dat meer en meer op de grond plaats vond.

Het skelet van *Australopithecus afarensis* verschilt dan ook van het skelet van mensapen die vandaag de dag leven. De onderzoekers van het skelet van Lucy, Johanson en zijn Amerikaanse collega, de paleoantropoloog Tim White, benadrukten dat Lucy's hoofd vooral aapachtig was, maar dat de rest van haar lichaam veel leek op dat van ons⁷. In reconstructies van Lucy worden we dan ook geconfronteerd met een rechtopstaand "mensje" met een hoofd dat verrassend veel lijkt op dat van een chimpansee. Ze wordt gepresenteerd als een ideale "schakel" tussen enerzijds een voorouderlijke mensaap en anderzijds een mens. Maar het skelet van *Australopithecus afarensis* vertoont kenmerken die we ook tegenkomen bij in de bomenlevende mensapen, zoals lange gekromde vinger- en teenkootjes^{7, 24}.

Hoe klein onze tenen ook zijn, in de meeste tenen zitten toch echt drie botjes. Uitgerekend in de grote teen zitten er maar twee. De kootjes van onze tenen zijn zo klein, en daardoor kwetsbaar, dat ze bij opgravingen van menselijke resten vaak niet allemaal meer aanwezig zijn.

In de vier kleine tenen vinden we drie kleine teenkootjes, die naar de punt van de teen toe steeds kleiner worden. Het teenkootje dat het dichtst bij het middenvoetsbeen ligt, de rest van de voet, is dus het grootst. Als we dit teenkootje van een mens vergelijken met dat van bijvoorbeeld een orang-oetan, dan zien we een duidelijk verschil. Bij de mens is dat als het ware een kort recht staafje. Maar bij een orang-oetan is dit teenkootje veel langer en staat zo krom als een hoepel. Het teenkootje van een orang-oetan wijst op een leven in de bomen, dat van de mens op een leven op de grond. Met lange gekromde tenen kun je gemakkelijker een tak vastpakken dan met die korte stompjes van ons. Anderzijds zijn onze korte tenen veel ideaal wanneer je rechtop loopt. Ze staan een krachtige afzet toe. Dit verschil is weliswaar minder uitgesproken wanneer we een chim-



Figuur 3.9 Reconstructie *Australopithecus afarensis* gemaakt door Remie Bakker.
(© Remie Bakker)

1 1
2 2
3 3
4 4
5 5
6 6
7 7
8 8
9 9
10 10
11 11
12 12
13 13
14 14
15 15
16 16
17 17
18 18
19 19
20 20
21 21
22 22
23 23
24 24
25 25
26 26
27 27
28 28
29 29
30 30
31 31
32 32
33 33
34 34
35 35
36 36
37 37
38 38
39 39
40 40
41 41
42 42
43 43
44 44

panseervoet met dat van een mens vergelijken, maar desalniettemin duidelijk aanwezig⁷. Chimpansees brengen dan ook, meer dan orang-oetans, tijd door op de grond. Als we naar het teenkootje kijken van *Australopithecus afarensis* dan zien we een kromming^{7, 24}. Dit is een aanwijzing dat *Australopithecus afarensis* nog een behoorlijk deel van z'n tijd doorbracht in de bomen.

Maar het bekkengebied van *Australopithecus afarensis* wijkt af van dat van mensapen zoals chimpansees en orang-oetans⁷. Bij een volwassen mens bestaat het bekkengebied uit vier beenderen: 1 heiligbeen, 1 staartbeen en 2 heupbeenderen.

Het heiligbeen op zich bestaat uit 5 vergroeide wervels. Deze wervels zijn als het ware samengesmolten tot een stevig blok.

Het staartbeen, ook wel stuitbeen genoemd (het stuitje), bestaat ook uit wervels, meestal zijn dat er 3 of 4. Het stuitje wordt gezien als een rudimentair beenstuk dat herinnert aan onze verre voorouders, die een lange staart bezaten. Het is een mensaapkenmerk om geen staart te bezitten. Gibbons, orang-oetans, gorilla's, chimpansees en bonobo's hebben net als mensen geen staart. Maar net als bij mensen komen we in het lichaam nog wel een rudiment tegen van kleine wervels. Onze staart hebben we dus al lang geleden verloren. Heel soms worden er mensen geboren met van achteren een behoorlijk lang aanhangsel, waarbij er mogelijk sprake is van een (echte) staart. Het heiligbeen en stuitbeen zijn een voortzetting van de wervelkolom.

Dit is anders bij de twee andere beenderen. Links en rechts van het heiligbeen liggen de heupbeenderen. De heupbeenderen op zich bestaan weer uit drie delen: darmbeen, zitbeen en schaambeen. De namen geven aardig weer waar ze zich bevinden. De bovenranden van de darmbeenderen zijn voelbaar, rechts en links bij de heupen. Vanaf het bekkengebied lopen er spieren die verbonden zijn aan de botten van de benen. Samen vormen deze een functioneel geheel om zo efficiënt mogelijk te bewegen.

Zo zegt de vorm van de heupbeenderen iets over de manier waarop z'n bezitter zich heeft voortbewogen. Bij in bomenlevende mensapen is het darmbeen lang en smal, bij mensen is het breed en kort⁷. Het darmbeen van Lucy is niet lang en smal, maar eerder breed en kort zoals bij mensen. Hieruit kunnen we afleiden dat Lucy waarschijnlijk meer en efficiënter rechtop kon lopen dan huidige mensapen zoals chimpansees en gorilla's.



Figuur 3.10 Bekkengebied van chimpansee (links) en mens. Het darmbeen van de mens is breder en korter dan dat van een chimpansee.

Bij een vergelijking tussen het voortbewegingsmechanisme van paardachtigen en mensachtigen in Afrika zijn de Nederlandse paleontoloog John de Vos en zijn collega's tot de constatering gekomen, dat beide groepen in de loop van hun evolutie, vanuit een bosrijke naar een meer open omgeving, een globaal vergelijkbare fase hebben gekend¹¹. Zowel bij drietenige paarden van het geslacht *Hipparion* en mensachtigen van het geslacht *Australopithecus* is de manier van voortbewegen te omschrijven als een "all-round gait" ("allround pas"). Voorouders van *Hipparion* hadden voor vier en achter drie tenen die voorzien waren van kussentjes, net zoals bij honden en katten, waarmee ze goed over een zachte bosbodem konden lopen. Op de hardere bodem van de savanne liep het drietenig paard *Hipparion* voornamelijk op de middelste vergrote teen. De twee zijtenen deden uitstekend dienst in geval de bodem zachter en gladder was, om de



Figuur 3.11 Heupbeen van mens (links op de foto) en afgietsel van het heupbeen van *Australopithecus* (rechts op de foto). Merk op dat in beide gevallen het darmbeen breed en kort is.

massa van het dier op te vangen wanneer het bijvoorbeeld dreigde uit te glijden. Zoiets als zijwieltjes bij een kinderfietsje.

De voorouders van de *Australopithecus* bewogen zich in de bosrijke omgeving waarschijnlijk vaak voort in de bomen hangend aan hun armen. *Australopithecus* kon zich, gezien zijn anatomische veranderingen, daarnaast ook goed tweebeinig op de grond voortbewegen. Beide groepen waren dus allround¹¹, ze konden zich goed voortbewegen in zowel een boslandschap als op de savanne.

Bij het skelet van *Australopithecus afarensis* worden we geconfronteerd met een aantal kenmerken die duiden op een klimmend leven, zoals de vinger- en teenkootjes, terwijl het darmbeen en de knie aanwijzingen geven voor rechtop lopen. Bovendien hebben we uit de periode tussen de 4 en 3 miljoen jaar geleden voetafdrukken, die wijzen op rechtop lopen. In deze periode zien we de eerste aanpassin-

gen van mensapen aan een andere manier van voortbewegen. Onder invloed van een veranderende natuurlijke selectiedruk zijn mensapen in een meer open landschap meer rechtop gaan lopen.

De manier waarop mensen zich voortbewegen is uniek. De grote vraag is dan ook waarom mensapen rechtop zijn gaan lopen? Een vraag die al lang gesteld wordt en een scala aan antwoorden heeft opgeleverd. Ik zal er een aantal noemen: de handen kwamen vrij voor het gebruik van werktuigen of het verzamelen van voedsel, over het lange gras kijken, groter lijken door rechtop te staan en zelfs het tonen van het geslachtsdeel.

Waren er al zolang geleden potloodventers? Ik verwacht dan wel een opvallend kleurtje, zoals bijvoorbeeld bij Mandril mannetjes. De mandril is een baviaansoort die leeft in de wouden van West Afrika. Bij deze dieren is de penis fel rood gekleurd en de balzak blauw. Kleuren die terugkomen in z'n gezicht en dus een sociale functie moeten hebben. Aandacht vestigen op het gebied van de geslachtsdelen komt ook voor bij één van onze naaste verwanten. Chimpansees vrouwen zijn maar een beperkte tijd vruchtbaar. Paren heeft uiteraard uitsluitend zin (wat betreft het verwekken van nageslacht) wanneer het vrouwtje vruchtbaar is. Aan chimpanseevrouwen is duidelijk zichtbaar dat ze zich in een vruchtbare periode bevinden door een enorm grote lichtroze seksuele zwelling. Een signaal dat chimpanseemannen kunnen oppikken als ze zich bijna op een kilometer afstand bevinden¹⁷. Maar menselijke geslachtsdelen vallen niet op door felle kleuren of opgezwollen toestanden.

Het nadeel van alle bovengenoemde ideeën over het ontstaan van rechtop lopen is, dat ze weliswaar voordeel opleveren maar niet direct in verband staan met het rechtop lopen zelf. Dit wil niet zeggen dat een aantal suggesties op een gegeven ogenblik geen factor van belang kunnen zijn geweest. Maar ze vertegenwoordigen waarschijnlijk niet de hoofdredenen waarom mensapen rechtop zijn gaan lopen.

Het voordeel van rechtop lopen zit hem eenvoudigweg in het rechtop lopen zelf. Het ombouwen van een voorouderlijke mensaap naar een mensachtige die zich op twee benen voortbeweegt, is niet zo dramatisch als het lijkt. Je hoeft namelijk geen typische viervoeter, zoals een paard of hond, om te bouwen naar een wezen dat rechtop loopt⁷.

1	1
2	2
3	3
4	4
5	5
6	6
7	7
8	8
9	9
10	10
11	11
12	12
13	13
14	14
15	15
16	16
17	17
18	18
19	19
20	20
21	21
22	22
23	23
24	24
25	25
26	26
27	27
28	28
29	29
30	30
31	31
32	32
33	33
34	34
35	35
36	36
37	37
38	38
39	39
40	40
41	41
42	42
43	43
44	44

Mensapen nemen van nature vaak een verticale houding aan wanneer ze zich slingerend aan hun armen door de bomen bewegen. De bouw van een chimpansee is een compromis tussen een leven in de bomen en op de grond⁷. Om zich op de grond voort te bewegen, gebruiken ze een opvallende manier. Wanneer ze hun vier ledematen gebruiken, lopen ze op de knokkels van hun handen. Chimpansees kunnen bovendien, net als wij, ook op twee benen lopen om zich voort te bewegen. Het kost ze alleen meer moeite, vandaar dat ze het niet zo vaak doen.

Om dit enigszins voor te stellen, stel ik voor om dit boek zo meteen aan de kant te leggen en even te gaan staan. Loop eens rustig een paar rondjes, bijvoorbeeld rond de keukentafel. Zak vervolgens door je knieën en loop dezelfde paar rondjes met gebogen knieën. Dit laatste is, net als het stilstaan met gebogen knieën, gegarandeerd vermoeiender. Wanneer je rechtop staat met gestrekte knieën, staat je dijbeen in het verlengde van je scheenbeen. Het zijn als het ware twee pilaren die boven op elkaar staan. Er is geen extra kracht nodig om ze in deze stand te behouden. Probeer je nu voor te stellen dat die twee pilaren niet rechtop elkaar staan maar alle twee schuin staan. Dit gaat niet, ze vallen om. Er is een kracht nodig om ze in deze schuine positie te houden. Zo werkt het ook met staan met gestrekte en gebogen knieën. *“Hoe rechter de benen, des te minder kracht de spieren hoeven uit te oefenen.”*¹⁶.

Rechtop lopen is een voordelige manier van voortbewegen in een warme open omgeving waar langere afstanden afgelegd moeten worden om voldoende voedsel te vinden¹⁰. Het is een logisch gevolg van natuurlijke selectie in een open landschap.

Kiezen

In een open boslandschap of savanne is niet alleen de ruimte anders georganiseerd dan in een tropisch regenwoud, maar zijn de planten ook anders. Ik heb het voorrecht gehad de schitterende Afrikaanse natuur een paar keer te kunnen bezoeken.

Als ik terug denk aan de Oost-Afrikaanse savanne, dan denk ik aan stug droog gras met daar tussen aloë's. Laatst genoemde planten bestaan uit een rozet met “leerachtige” puntige bladeren die bezet zijn met kleine doorns. De hogere vegetatie bestaat vaak uit houtige acacia's, bomen die zichzelf beschermen met stekels. Planten die echt indruk op me maakten waren meters hoge euphorbia's. Dit zijn



Figuur 3.12 Aloë in Kenia.

op cactus gelijkende planten die, net als laatstgenoemde groep, bezet zijn met een groot aantal stekels. Niet het soort planten waar je aan denkt wanneer je je zelf op een salade wilt trakteren.

Op de Afrikaanse vlakten regent het lang niet altijd, planten staan er vaak open en bloot in de brandende zon en er loopt bovendien een leger van grazers rond, die het op de planten hebben voorzien. Planten beschermen zichzelf tegen lange droge perioden door een stevige buitenkant. Om vraat te voorkomen, zitten ze vaak vol met doorns en stekels. Om die harde stugge vegetatie te kunnen verwerken, bezitten planteneters grote platte kiezen waarmee ze plantendelen kunnen vernalen. Aangezien kiezen natuurlijk enorm slijten van al dat gemaal, zijn ze hoog. Hierdoor zijn ze niet zo snel afgesleten en gaan ze dus langer mee. Wanneer mensapen, die voornameijk plantaardig voedsel eten, zich in een meer open omgeving begeven, verwacht je in de loop van de tijd een aanpassing te zien van het gebit.

De schedel van *Australopithecus afarensis*^{15, 18, 103} vertoont globaal gezien veel gelijkenis met die van een chimpansee. Beide schedels hebben een kleine herseninhoud dat een volume kan bereiken niet veel groter dan een halve liter, ze bezitten alle twee een vooruitstekende snuit en een laag voorhoofd met een duidelijke wenkbrauw-



Figuur 3.13 Acacia in Kenia.

de reconstructie gemaakt door Tim White¹⁸, dan vallen de grote kiezen op. Links en rechts hebben volwassenen zowel in de boven- als de onderkaak 5 kiezen, dat zijn er in totaal dus 20. Dat wil zeggen als ook de laatste kies, de zogenaamde verstandskies, is doorgeko-

men. De schedel van *Australopithecus afarensis* is ongeveer even groot als die van een chimpansee of bonobo, maar de (achterste) kiezen zijn in verhouding groter. Dit wijst op een aanpassing van *Australopithecus afarensis* aan het eten van harder plantaardig materiaal dan chimpansees en bonobo's.

Chimpansees worden in uiteenlopende habitats aangetroffen van de savanne tot het tropisch regenwoud, bonobo's in verschillende tropische woudtypen¹⁹. De adaptatie van het verwerken van hard plantaardig materiaal gaat nog verder, want de kiezen van Lucy en haar tijdgenoten waren niet alleen, relatief gezien, groot maar bezaten ook een dikkere glazuurlaag^{7, 24}. Dit email, dat aan de buitenkant ligt van de kronen van de tanden en kiezen, is het hardste deel van het lichaam. Het beschermt de

boog. De schedel van een hedendaagse mens ziet er duidelijk anders uit. Er is sprake van een hersenvolume dat gemiddeld zo'n driemaal groter is dan dat van een chimpansee, wij bezitten een opvallend plat gezicht en een hoog voorhoofd zonder gepro-

nonceerde wenkbrauwboog. Als je vervolgens de schedel van *Australopithecus afarensis* in je hand neemt, bijvoorbeeld



Figuur 3.14 Euphorbia's kunnen groot worden.
(foto genomen in Kenia)

gebitselementen tegen slijtage. Het zorgt er voor dat de tanden en kiezen langer mee kunnen. In een omgeving waar plantaardig materiaal lastiger is om te vermalen en kiezen daardoor sneller slijten, is het logisch dat deze glazuurlaag dikker is. De grote kiezen met een dikkere glazuurlaag zijn ontstaan door natuurlijke selectie en kunnen gezien worden als een adaptatie aan een open boslandschap of savanne.

Hoektanden

Bij primaten, de zoogdierorde waartoe wij behoren, komen we regelmatig grote puntige hoektanden tegen. De hoektanden zijn langer dan de andere gebitselementen en steken dan ook verder uit, net zoals bij graaf Dracula. Mensen komen er wat dit betreft opvallend bekaaid van af. Onze hoektanden zijn, met andere primaten vergeleken, meelijwekkend klein. Onze hoektanden steken niet of nauwelijks uit. Binnen het scala van uiteenlopende primaten die we kennen is dit zo'n opvallend kenmerk dat de vraag is: waarom?

Grote hoektanden zijn handig. Ze kunnen gebruikt worden bij het vangen of doden van prooidieren zoals veel roofdieren dat doen. Bavianen die worden aangevallen door een luipaard, kunnen duidelijk laten merken dat ze in hun mond over dodelijke wapens beschikken. Maar ook bij onderlinge competitie gooien apen hun gevaarlijk uitzijnde hoektanden vaak in de strijd. Ze helpen bij het beslechten van onderlinge conflicten. In het geval van voedselverwerking en de verdediging tegen roofdieren wordt de grootte van de hoektanden bepaald door natuurlijke selectie. In geval van onderlinge competitie voor het winnen van de gunsten van het tegenoverliggende geslacht, gaat het om seksuele selectie.

Dat seksuele selectie mede een belangrijke rol speelt bij de grootte van de hoektanden is aannemelijk, omdat bij veel apensoorten de hoektanden van de mannen aanzienlijk langer zijn dan die van de vrouwen. Dit is bijvoorbeeld het geval bij bavianen. In groepen waar mannen en vrouwen gezamenlijk optrekken, zoals bij bavianen, is het niet aannemelijk dat de mannen iets heel anders eten dan de vrouwen. Wel is het zo dat de mannen waarschijnlijk vaker betrokken zijn bij de verdediging van de groep waardoor ze onder druk van



Figuur 3.15 Links: Afgietsel van gereconstrueerde schedel (door Tim White) van *Australopithecus afarensis*.

Figuur 3.16 Rechts: Afgietsel van gereconstrueerde schedel (door Tim White) van *Australopithecus afarensis*.

natuurlijke selectie grotere hoektanden kunnen hebben gekregen. Maar er is meer.

Bij veel apensoorten proberen de mannen met zoveel mogelijk verschillende vrouwen aan te pappen. Er is dus sprake van competitie tussen de verschillende mannen voor het winnen van zoveel mogelijk vrouwenharten. Mannen met grote hoektanden zijn het beste in staat ander mannen te imponeren en zo vrouwen voor zich te winnen. Bij gibbonmannen en vrouwen zien we geen opvallend verschil van de hoektanden. Beide geslachten bezitten lange puntige hoektanden. Het gedrag van gibbons wordt beschreven als monogaam.

De vier hoektanden, twee in de bovenkaak en twee in de onderkaak, zijn bij bonobo's, chimpansees, gorilla's, gibbons en orang-oetans goed



Figuur 3.17 Java aap vrouw (links op de foto) en man (rechts op de foto) bezitten alle twee lange hoektanden, die van de man zijn aanzienlijk langer dan die van de vrouw.



Figuur 3.18 Orang-oetan vrouw (links op de foto) en man (rechts op de foto) bezitten alle twee lange hoektanden, die van de man zijn duidelijk groter dan die van de vrouw.



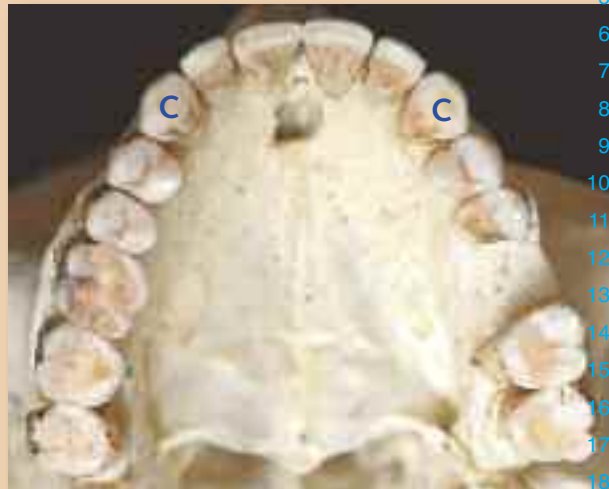
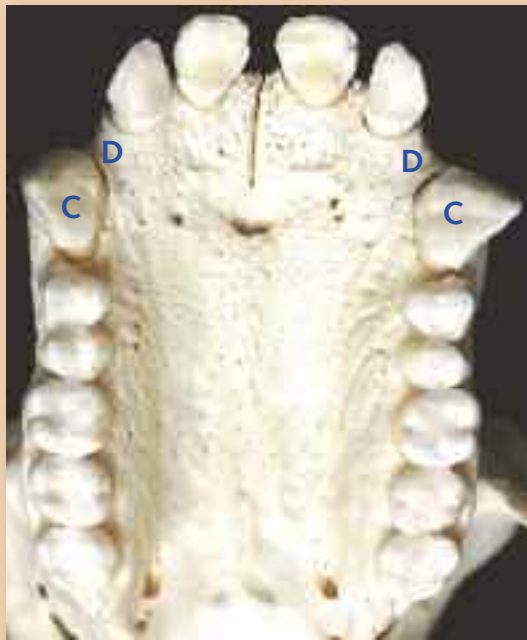
ontwikkeld, ze zijn lang en bij de basis breed. Ze zijn zo groot, dat er in de bovenkaak tussen de voortanden en hoektanden twee openingen zitten om ruimte te bieden aan de onderste hoektanden. De ruimte die plaats biedt aan de hoektand noemen we een diastema. Mensen bezitten vier kleine hoektanden en hebben dienovereenkomstig ook geen diastema in de bovenkaak.

Als we de hoektanden en aanwezigheid van diastema's bij *Australopithecus afarensis* vergelijken met die van een chimpansee en een mens¹⁸, dan lijkt de positie van *Australopithecus afarensis* tussen de twee andere in te liggen. Bij *Australopithecus afarensis* steken de hoektanden nog wel wat uit, maar niet zoveel als bij chimpansees. Het kan zijn dat de

Figuur 3.19 Groilla.

verklaring voor de kleinere hoektanden van *Australopithecus afarensis* gezocht moet worden in de sfeer van gedrag. Mogelijk had deze soort een andere manier gevonden om zich tegen roofdieren te beschermen of werden onderlinge conflicten in mindere mate bepaald door de hoektanden. Maar het is aannemelijker dat de kleinere hoektanden, net als de grote kiezen en het dikkere glazuur op de gebitselementen, in eerste instantie te maken hebben met een aanpassing aan het eten van stugger plantaardig materiaal.

Bij een latere mensachtige, *Australopithecus africanus*, die leefde tussen 3 en 2 miljoen jaar geleden, zien we korte hoektanden en geen diastema in de bovenkaak, net als bij ons. Deze soort had net als *Australopithecus afarensis* grote kiezen met dik glazuur. Beide soorten werden overigens niet zo groot als wij, de lichaamslengte was zo'n 1 tot 1,5 meter en het lichaamsgewicht varieerde tussen de 30 en 45 kg.¹⁹ Het hersenvolume was bij beide soorten klein en lag rond



Figuur 3.20 Volwassen gebit bovenkaak chimpansee (links) en mens (rechts). Beide soorten bezitten in iedere kaakhelft boven en onder: 2 snijtanden, 1 hoektand, 2 valse kiezen en 3 kiezen. Merk op de grote hoektanden (C) en diastema (D) bij de chimpansee, welke bij de mens ontbreken. In de linker kaakhelft van de mens (op de foto rechts) ontbreekt de eerste kies.



Figuur 3.21 Links: Afgietsel van schedel van *Australopithecus africanus*. (Sts 5, Mrs. Ples)

Figuur 3.22 Rechts: Afgietsel van schedel van *Australopithecus africanus*. (Sts 5, Mrs. Ples)

de halve liter²⁰, vergelijkbaar met dat van nu levende grote mensapen. Aan het skelet van beide soorten zien we aanwijzingen voor rechtop lopen. Deze twee soorten leken dus veel op elkaar.

Maar bij *Australopithecus africanus* zien we dus een gebit dat door het ontbreken van vooruitstekende hoektanden en een diastema nog meer op dat van ons lijkt. Het verdwijnen van lange hoektanden lijkt alleen maar een verliessituatie. Je kunt ze immers niet meer gebruiken om prooidieren mee te vangen of te doden, verdedigen wordt veel lastiger en je kunt ze niet meer gebruiken om indruk te maken op je rivalen.

Levert het verlies van lange hoektanden ook nog iets op? Door het ontbreken van grote hoektanden kunnen wij iets dat bonobo's, chimpansees, gorilla's, gibbons en orang-oetans niet kunnen. Als je je kiezen niet strak op elkaar houdt, wat kleine jongetjes nog wel eens plegen te doen als iets ze niet zint, dan kun je je onderkaak namelijk heen en weer bewegen. Van links naar rechts en weer terug.

Waarom kunnen wij dit wel en de andere mensapen niet? Om de simpele reden dat bij ons de hoektanden niet in de weg zitten. Wanneer onze naaste verwanten hun bek gesloten houden dan zit deze "op slot"⁷. Beide onderste hoektanden vallen in de diastema's van de bovenkaak. Zijdelingse bewegingen, zoals bij ons, zijn niet mogelijk. Wij kunnen de onderkaak ook iets naar voren en vervolgens naar achteren bewegen. Door het ontbreken van lange hoektanden zijn wij in staat een roterende beweging te maken waarbij de kiezen over elkaar heen schuiven. In een omgeving waar stug plantaardig materiaal verwerkt moet worden is dit een ideale situatie. De kiezen kunnen als maalstenen over elkaar heen schuiven.

Het verkleinen van de hoektanden, het verdwijnen van diastema's, het groter worden van de kiezen en het dikker worden van het glazuur op onze tanden en kiezen is te verklaren als een aanpassing van het gebit aan het verwerken van harder plantaardig materiaal.

Rechtop lopen en wijzigingen van het gebit zijn ontstaan door na-

tuurlijke selectie, aanpassingen aan een open omgeving waar planten zichzelf beschermen tegen uitdroging en vraat. Onze ontstaansgeschiedenis is dus niet begonnen met hersenvergroting, maar met veranderingen van de manier van voortbewegen en het kauwen van voedsel.

Primitieve werktuigen

De wetenschappelijke waarde van het werk van de Britse primatologe Jane Goodall is lastig te overdrijven. Door haar langdurige toewijding weten wij nu veel meer van chimpansees dan daarvoor. Zij heeft aangetoond dat vele observatie-uren in het veld waardevolle inzichten kunnen opleveren¹⁷.

Eén daarvan is werktuiggebruik bij chimpansees. Deze mensapen zijn zelfs in staat om werktuigen te maken. Takken worden ontdaan van bladeren om ze geschikt te maken voor het vissen naar termieten. Als je een lang voorwerp in het hol van termieten steekt, is er een kans dat ze zich hier in vastbijten. Door het lange voorwerp terug te trekken kunnen de termieten verschalkt worden.

Chimpansees kauwen ook op bladeren om er een soort van spons van te maken, die ze in boomholten met water houden. De “spons” komt vol met water te zitten, dat ze vervolgens opzuigen. Ze gebruiken bladeren om zichzelf schoon te maken, gebruiken stokken om elkaar mee te lijf te gaan of een opgezet luipaard, zoals de Nederlandse onderzoeker Adriaan Kortlandt heeft uitgeprobeerd. Chimpansees gebruiken stenen om noten mee te kraken.

Een lange tijd hebben we gedacht dat het maken en gebruiken van werktuigen een unieke menselijke eigenschap is. Het gebruik van werktuigen zou een cruciaal moment markeren in onze evolutionaire geschiedenis. De gevarieerde wijze waarmee chimpansees met werktuigen omgaan, toont aan hoe intelligent ze zijn en dat werktuiggebruik al behoorlijk oud kan zijn. Mogelijk stamt het uit de tijd dat er sprake was van een gemeenschappelijke voorouder van chimpansees en mensen.

Het beeld dat wij van onze naaste verwanten in een dierentuin kunnen krijgen, van stompzinnig heen en weer deinende viezeriken, is niet eerlijk en onethisch. Mensapen zijn te intelligent om in beperkte ruimtes op te sluiten. Onderzoek in het veld, hun natuurlijke omgeving, heeft hun ware aard blootgelegd.

1	1
2	2
3	3
4	4
5	5
6	6
7	7
8	8
9	9
10	10
11	11
12	12
13	13
14	14
15	15
16	16
17	17
18	18
19	19
20	20
21	21
22	22
23	23
24	24
25	25
26	26
27	27
28	28
29	29
30	30
31	31
32	32
33	33
34	34
35	35
36	36
37	37
38	38
39	39
40	40
41	41
42	42
43	43
44	44

Het feit dat chimpansees werktuigen vervaardigen en hanteren, geeft aan dat soorten zoals *Australopithecus afarensis* of *Australopithecus africanus* ook werktuigen kunnen hebben gemaakt en gebruikt. De relatieve grootte van het brein van deze twee mensachtigen is namelijk niet kleiner geweest dan dat van chimpansees⁷. De oudste werktuigen, waarvan we denken dat ze door mensachtigen zijn gemaakt, zijn in Oost Afrika gevonden en zo’n 2,6 miljoen jaar oud⁷. Dit is dus in de periode dat een soort zoals *Australopithecus africanus* in Afrika rondliep.

Waarom zijn er geen oudere werktuigen bekend, bijvoorbeeld uit de periode van Lucy? Net als bij chimpansees is het aannemelijk dat werktuigen vaak werden gemaakt van plantaardig materiaal. Dit materiaal is vergankelijk en wordt na zo’n lange tijd niet teruggevonden bij paleontologische of archeologische opgravingen. Oude werktuigen die worden aangetroffen bij opgravingen zijn gemaakt van steen. Steen is duurzaam en er is een grote kans dat het wordt teruggevonden. Maar als er geen of nauwelijks maak- of gebruikssporen aanwezig zijn, is het niet of amper herkenbaar als een werktuig. Het is dus moeilijk om een goed beeld te krijgen van werktuiggebruik van onze verre voorouders.

Net als chimpansees gebruiken jagers-verzamelaars stenen om noten mee te kraken²². Na lang gebruik kan dit sporen achterlaten op de stenen die worden gebruikt. De Amerikaanse archeologen Kathy Schick en Nicholas Toth²² denken dat het heel waarschijnlijk is, dat het kraken van noten voorafging aan de vervaardiging van de oudste stenen werktuigen. Mogelijk is het beuken op noten later overgegaan naar het maken van stenen werktuigen, waarbij stenen op elkaar worden geslagen. De stenen die zijn gevonden in Oost Afrika worden toegeschreven aan het zogenaamde Oldowan.

Het Oldowan is de oudst bekende traditie van werktuigvervaardiging die we op dit moment kennen en is vernoemd naar de Olduvai kloof (ooit Oldoway kloof genaamd) in Tanzania. Deze primitieve werktuigen zijn in 2,6 tot 1 miljoen jaar oude Afrikaanse vindplaatsen aangetroffen¹².

Bekende werktuigen van het Oldowan zijn de “flake” en de “chopper”. Een simpele techniek voor het vervaardigen van stenen werktuigen, is een steen met een andere steen te slaan. De steen waarmee geslagen wordt, wordt klopper genoemd. De steen die geraakt en bewerkt wordt de kern. Door de kern te raken met de klopper,

springen er vaak vlakke stukken steen van de kern af. Deze vlakke stukken steen worden “flakes” genoemd, in het Nederlands afslagen. Deze afslagen hebben doorgaans scherpe randen waarmee uitstekend kan worden gesneden.

Namen die archeologen hebben bedacht voor werktuigen kunnen slaan op de vorm of op de veronderstelde functie. Zo kennen we bijvoorbeeld een veelvlakige bol, een naam die iets zegt over de vorm van de steen. Namen zoals klopper, boor en aambeeld zeggen iets over de veronderstelde functie. Dit betekent uiteraard niet automatisch dat de veronderstelde functie correct is. Mogelijk hebben mensachtigen andere of meerdere dingen gedaan met stenen dan dat wij denken.

In het geval van de “chopper” gaat het om de veronderstelde functie, “chopper” betekent namelijk hakmes. Doorgaans wordt ook in de Nederlandstalige literatuur de Engelse naam chopper gebruikt. De chopper is een kernwerktuig met een scherpe bruikbare snijkant en een tegenoverliggende stompe zijde²¹. De chopper is vervaardigd door van een kern aan één zijde stukken af te slaan, om zo een scherpe kant te creëren. Hij spreekt als werktuig nogal tot de verbeelding, omdat de ronde zijde vaak zo lekker in de hand ligt, waarbij bijna automatisch de neiging ontstaat met de scherpe kant eens lekker aan de slag te gaan.



Figuur 3.23 Afgietsels van primitieve werktuigen, KBS-industrie: “flake” (links op de foto) en “chopper” (rechts op de foto).

Het Oldowan is zo primitief, dat de vraag welhaast onontkoombaar naar boven komt: zouden andere mensapen in staat zijn deze werktuigen te vervaardigen?

Voor deze uitdaging koos men de bonobo Kanzi, die in staat was ingewikkelde Engels gesproken zinnen te begrijpen. Geen domme aap dus. Favoriet voedsel van Kanzi werd in een doos gedaan, die vervolgens met een touw werd dichtgebonden. Dit touw kon met een scherp voorwerp worden doorgesneden, zodat de doos geopend zou kunnen worden om bij het voedsel te komen.

Toth moedigde Kanzi aan om scherpe afslagen te maken waarmee hij vervolgens het touw zou kunnen doorsnijden. Kanzi deed enkele jaren lang enthousiast mee aan dit experiment. Het lukte Kanzi soms, door keien op elkaar te slaan, afslagen te maken maar zonder de precisie van de Oldowan techniek. Ondanks het feit dat men deze slimme mensaap liet zien hoe afslagen gemaakt worden, lukte het Kanzi maar niet om Oldowan werktuigen te vervaardigen.

Je kunt uiteraard geen solide conclusies trekken uit één experiment. Interessant is wel dat het aangeeft dat de mensachtigen die zich meer en meer op de Afrikaanse vlakten begaven, niet alleen qua lichaamsbouw anders waren dan bijvoorbeeld bonobo's, maar waarschijnlijk ook wat betreft gedrag. Hoe primitief het Oldowan ook is, vandaag de dag levende verwanten van ons zijn waarschijnlijk niet in staat het na te apen, laat staan het zelf te verzinnen.

Net als het meer rechtop lopen en de aanpassingen van het gebit aan het eten van harder voedsel, is de vervaardiging van het Oldowan mogelijk een aanpassing aan het leven in een meer open omgeving.

Selectiecriteria waren in een open milieu anders dan in een bosrijke omgeving. Naast aanpassingen van het skelet om efficiënter rechtop te gaan lopen, het vergroten van de kiezen en het verkorten van de hoektanden, is de vervaardiging van stenen werktuigen een antwoord geweest op de veranderde leefomgeving. Waren de mogelijkheden voor mensapen verminderd door het verdwijnen van de rijke bossen, het gebruik van stenen kan gezien worden als het “terugwinnen van speelruimte”.

De savanne is veel eenvoudiger van structuur dan een tropisch woud. Bomen en daarmee bescherming verdwenen voor een groot deel, zachte bladeren en sappige vruchten hadden plaats gemaakt

voor stugge bladeren en harde zaden. Als aanpassing aan deze droge omgeving hadden mensapen hun grote hoektanden ingeleverd om stug plantaardig materiaal beter te kunnen vermalen. Gevolg: geen dolken meer in hun mond om lastige roofdieren of concurrenten te overbluffen. Door natuurlijke selectie ontstond er een gedragsverandering.

Mensachtigen, die handig gebruik wisten te maken van stenen, waren in het voordeel. Een gericht gegooide steen kan een geducht wapen zijn. Stenen kunnen worden gebruikt om roofdieren op afstand te houden en opponenten mee af te troeven. Ze kunnen in die zin worden gezien als een vervanging voor grote hoektanden. Stenen kunnen worden gebruikt als hamer en aambeeld om noten mee open te breken.

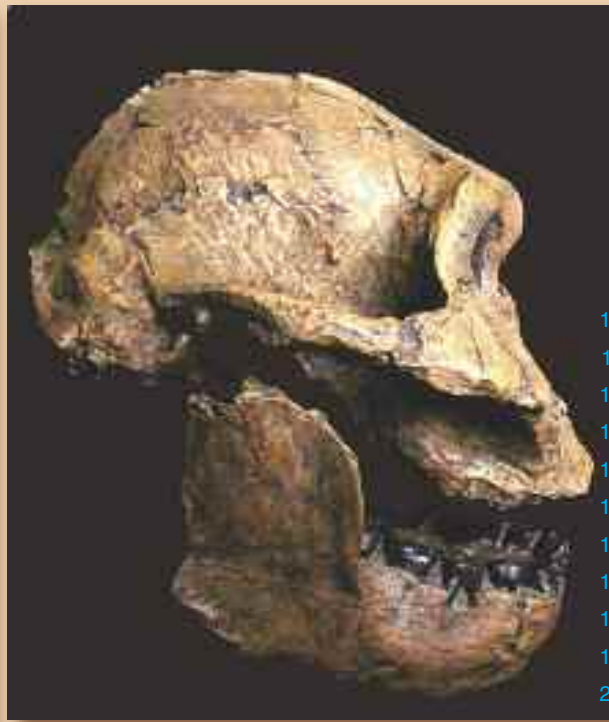
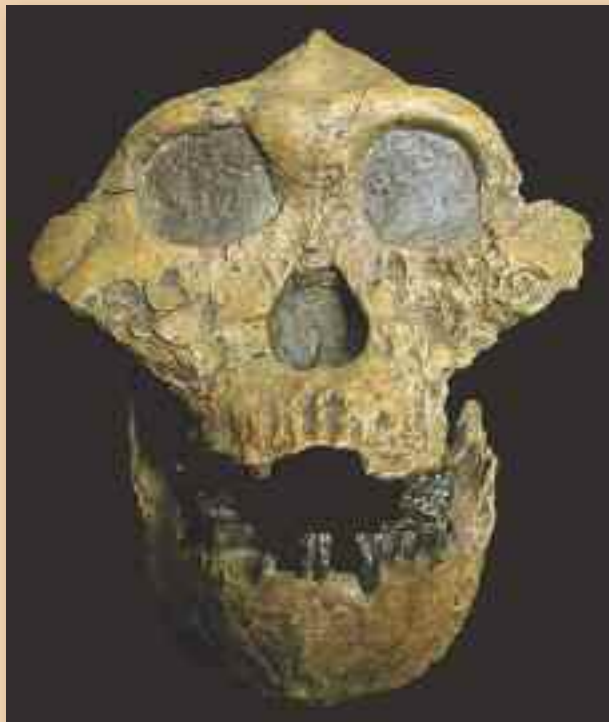
Chimpansees eten meer dan alleen vegetarisch, ze eten ook insecten en vangen zelfs kleine zoogdieren zoals apen. In een open omgeving, waar plantaardig materiaal lastiger is om te verteren, is het aannemelijk dat ook mensachtigen, net als chimpansees, gebruik hebben gemaakt van andere voedselbronnen. Stenen afslagen kunnen worden gebruikt voor het bewerken van dierlijke karkassen om bij het vlees te komen. Rechtop lopen en het gebruik van werktuigen kwamen niet uit de lucht vallen, beide aspecten waren waarschijnlijk al aanwezig voordat de mensachtigen zich ontwikkelden.

Werktuigvervaardigende, zich op twee benen voortbewegende mensachtigen met een “maalmachine” in hun mond zijn het “mensaap antwoord” op een veranderende wereld, het ten dele verdwijnen van de uitgestrekte wouden in Afrika.

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44



Figuur 3.24. Reconstructie *Australopithecus afarensis* gemaakt door Remie Bakker. Naast het eten van veel plantaardig voedsel aten aapmensen waarschijnlijk ook regelmatig wat dierlijk voedsel, net zoals chimpansees dat vandaag de dag ook doen. (© Remie Bakker)



Figuur 4.1 Links: Afgietsel van schedel *Paranthropus boisei* (cranium KNM-ER 406 en onderkaak KNM-ER 729).

Figuur 4.2 Rechts: Afgietsel van schedel *Paranthropus boisei* (cranium KNM-ER 406 en onderkaak KNM-ER 729).

4 Een sterk afgeknotte waaier

Niche - Verschillende soorten mensachtigen - Adaptieve radiatie

Niche

Natuurlijke selectie is verantwoordelijk geweest voor de veranderingen van het gebit, zoals we dat in het voorgaande hoofdstuk hebben gezien, bij *Australopithecus afarensis* en *Australopithecus africanus*. Er is een groep van mensachtigen geweest, die de trend van het veranderen van het gebit in een “malende machine” ver heeft doorgezet. Dit zijn leden van het geslacht *Paranthropus*. Men heeft het idee dat ze net als *Australopithecus afarensis* en *Australopithecus africanus* niet zo groot werden. Een lichaamslengte van zo’n 110 tot 140 cm. met een gewicht van zo’n 30 tot 50 kg.¹⁹.

Deze mensachtigen met een zwaar kauwapparaat hebben geleefd tussen de 2,5 en 1,5 miljoen jaar geleden. Als je de schedel van *Paranthropus boisei* naast die van *Australopithecus afarensis* legt, dan zie je prachtig hoe de trend van aanpassingen van het gebit aan het eten van hard voedsel zich sterk heeft doorgezet. Laatst genoemde soort leefde tussen de 4 en 3 miljoen jaar geleden en eerstgenoemde soort rond de 2 miljoen jaar geleden.

De kiezen van *Australopithecus afarensis* zijn in verhouding groter dan die van chimpansees en bonobo’s. De kiezen van de Oost-Afrikaanse *Paranthropus boisei* zijn werkelijk reusachtig groot. De kiesjes van een chimpansee tonen er maar zielig bij. Het is een kenmerk van de vroege mensachtigen om dik glazuur op de gebitselementen te bezitten, maar dat van *Paranthropus boisei* is extreem dik²⁴.

Had *Australopithecus afarensis* nog wat vooruitstekende hoektanden en kon er sprake zijn van een klein diastema tussen de bovenste hoek- en voortanden, de hoektanden van *Paranthropus boisei* zijn verrassend klein en van een diastema is dan ook geen sprake.

De aanpassing van het gebit van *Paranthropus boisei* gaat nog verder. Chimpansees hebben brede schepvormige voortanden. De vier naast elkaar staande voortanden vormen een brede rand waarmee ze gemakkelijk door zacht fruit glijden, zoals een ijschep door een bak met ijs. De grote voortanden uit de bovenkaak worden dan ook wel gezien als aanpassing aan het eten van fruit⁷. *Australopithecus afarensis* bezat, ondanks de aanpassingen van het gebit aan voedsel

uit een drogere omgeving, ook redelijk grote voortanden. Maar deze situatie is bij *Paranthropus boisei* anders. Net als de hoektanden zijn de voortanden klein. De mond van *Paranthropus boisei* was zoveel mogelijk gevuld met kiesoppervlak, bedekt met een dikke laag glazuur. Niets stond meer in de weg om deze grote krachtige “maalstenen” over elkaar heen te wrijven en zo grote hoeveelheden stug plantaardig materiaal te pletten.

Maalstenen glijden niet vanzelf over elkaar heen. Eeuwen lang hebben we in Nederland windenergie gebruikt om maalstenen in beweging te krijgen om plantaardig materiaal, in dit geval graan, fijn te maken en zo meel te produceren.

In het lichaam zorgen spieren voor de beweging. Om de rij tanden en kiezen van de onderkaak tegen de gebitselementen van de bovenkaak aan te kunnen drukken, bezitten we twee paar belangrijke spieren: de kauwspieren en de slaapkauwspieren.

De kauwspieren kun je voelen, wanneer je je vingertoppen op je wangen legt en vervolgens je kaken op elkaar drukt. Bij het aanspannen wordt de spier korter en dikker en dit voel je. De kauwspier loopt van de onderkant van je jukbeen naar de hoek van je onderkaak.

De slaapkauwspieren kun je voelen, wanneer je je vingertoppen op je slapen legt en vervolgens je kaken op elkaar drukt. De slaapkauwspier loopt van het voorste uitsteeksel van de onderkaak naar de zijkant van je hersenschedel.

Spieren, zoals deze kauwspieren, zitten dus vastgehecht aan delen van het skelet, in dit geval de schedel en de onderkaak, en zorgen voor beweging. Hoe groter de spieren zijn, des te robuuster zijn de spieraanhechtingsplaatsen ontwikkeld, om niet te bezwijken onder de spierkrachten. Aan het skelet kun je dus zien of spieren zwaar of licht ontwikkeld zijn.

Aan de schedel van *Paranthropus boisei* is goed te zien dat de spieren die de onderkaak tegen de schedel drukken, buitengewoon sterk ontwikkeld moeten zijn geweest. Logisch, want grote kiezen zijn een indicatie voor lang en veelvuldig kauwen. De onderkaak van *Paranthropus boisei* is enorm stevig. De plaatsen op de schedel waar de spieren voor het kauwen zijn aangehecht, zijn dienovereenkomstig sterk ontwikkeld. Het jukbeen, waar de kauwspier is aangehecht, is hoog en robuust. De slaapkauwspieren waren zo groot, dat de zij-

kanten van de hersenschedel niet voldoende plek boden om ze aan vast te hechten. Daarom kunnen we bij het geslacht *Paranthropus*, als enige mensachtige, een kam tegenkomen die over de bovenkant van de schedel loopt. De slaapkauwspieren zaten vast aan de zijkant van de schedel en deze kam.

De vorm van de schedel met de robuuste spieraanhechtingsplaatsen en de enorm grote kiezen geven aan dat *Paranthropus boisei* sterk was aangepast aan het verwerken van veel stug plantaardig materiaal. Je zou kunnen zeggen dat dit zijn rol was. Net zo goed als de rol van een zeeoerol het eten van planten die in het water groeien is en de rol van een leeuw het eten van vlees dat afkomstig is van grote grazers, zoals zebra's en gnoes is.

De rol van een organisme binnen een leefgemeenschap wordt “niche” genoemd. Niet te verwarren met de term habitat. Met de habitat wordt de omgeving waarin een soort voorkomt bedoeld. De plek waar iemand woont, fietst om van z'n huis naar z'n werk te gaan en het kantoor waar hij of zij dagelijks zit, kun je beschouwen als de habitat. Zijn of haar beroep kun je zien als de niche. De habitat van *Paranthropus boisei* was een open boslandschap of savanne, z'n niche het eten van veel plantenaardig materiaal dat in deze habitat voorkwam, zoals harde zaden.

Verschillende soorten mensachtigen

Paranthropus boisei is een mooi voorbeeld van een mensachtige die zich in grote mate heeft gespecialiseerd binnen een bepaalde niche, het eten van stug plantaardig materiaal. Maar dit was niet de enige “carrière” die werd opgevuld door mensachtigen.

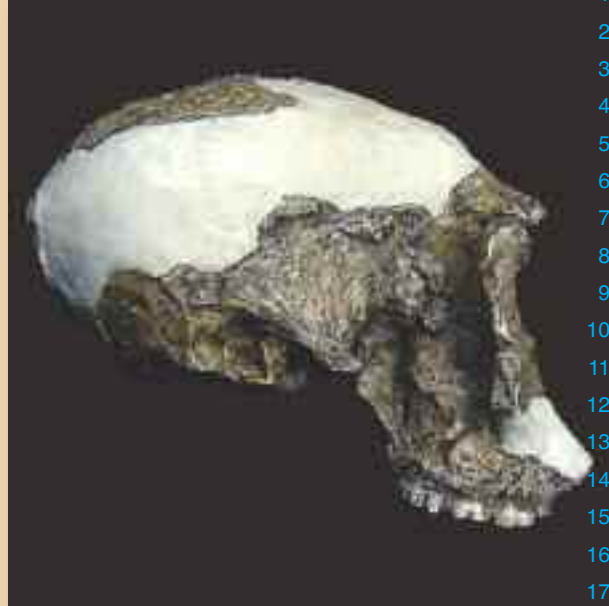
Zo'n 2 tot 1,5 miljoen jaar geleden, liepen er waarschijnlijk drie soorten mensachtigen rond in Oost Afrika: *Paranthropus boisei*, *Australopithecus habilis* en *Homo erectus* ²⁹.

Hoe verschillend mensen er ook uit mogen zien, er leeft op aarde op dit moment maar één soort mensachtige, de mens, *Homo sapiens*. Maar er is dus een tijd geweest dat er meerdere soorten mensachtigen naast elkaar voorkwamen en nog wel in een beperkt gebied.

Deze kennis hebben we met name te danken aan een, in de paleoantropologie, wereldberoemde familie, de Leakey's¹⁰⁷. Inmiddels hebben er drie generaties in Oost Afrika naar mensachtige fossielen



Figuur 4.3 Links: Afgietsel van schedel *Australopithecus habilis* (OH 24).



Figuur 4.4 Rechts: Afgietsel van schedel *Australopithecus habilis* (OH 24).

gezocht, Louis en Mary Leakey, hun zoon Richard Leakey en zijn vrouw Meave, de derde generatie wordt vertegenwoordigd door hun dochter Louise Leakey.

De verschillende soorten konden er behoorlijk verschillend uitzien maar toch waren het allemaal mensachtigen. Waarom? Omdat al die soorten, hoe verschillend ook, aanpassingen laten zien aan een leven in een meer open omgeving. Ze vertonen allemaal aanpassingen van het skelet om rechtop te lopen. Allemaal hebben ze kleine hoektanden, geen diastema maar wel dik glazuur op de gebitselementen. Waarin zitten dan de verschillen? Het is mogelijk om drie soorten te onderscheiden.

1 *Australopithecus habilis* was een kleine mensachtige, met een lichaamslengte niet langer dan zo'n anderhalve meter. De gemiddelde herseninhoud is wat groter dan die van nu levende grote mensapen zoals chimpansees en gorilla's, zo'n 500 tot 700 ml. *Australopithecus habilis* bezat relatief gezien lange armen²⁵. Uit de skeletresten kunnen we afleiden dat deze aapmensen rechtop liepen maar niet zoals wij dat doen.



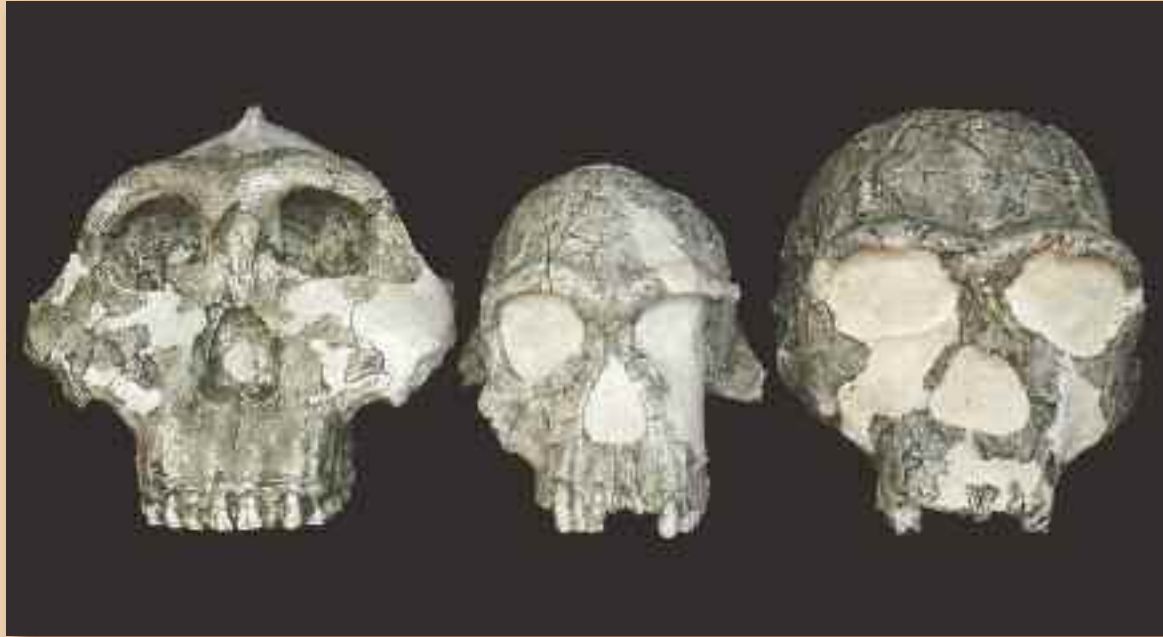
Figuur 4.5 Links: Afgietsel van schedel *Homo erectus* (KNM-ER 3733).



Figuur 4.6 Rechts: Afgietsel van schedel *Homo erectus* (KNM-ER 3733).

- 2 *Paranthropus boisei* bezat een herseninhoud van zo'n halve liter. Wat deze mensachtige zo opvallend maakt, is de vorm van de schedel met robuuste spieraanhechtingsplaatsen en enorm grote kiezen. Binnen het geslacht *Paranthropus* is de trend van aanpassing aan het verwerken van veel stug plantaardig materiaal het verst doorgevoerd.
- 3 *Homo erectus* kon lang worden, mogelijk tot zo'n 1,8 meter en had een hersenvolume dat groot kon worden, tot zo'n 850 ml. De kiezen waren klein. Bovendien kunnen we uit het skelet afleiden dat *Homo erectus* rechtop liep, net zoals wij dat vandaag de dag nog steeds doen, met lange gestrekte benen.

Naast bovengenoemde drie soorten, hebben er mogelijk zelfs nog andere soorten mensachtigen rondgelopen in Oost Afrika, zoals *Australopithecus rudolfensis*. Een vorm met een wat groter gebit en hersenvolume dan *Australopithecus habilis*. Ik gebruik nu wel de naam *Australopithecus rudolfensis*, maar een aantal paleoantropologen zouden hun wenkbrauwen nu ernstig beginnen te fronsen.



Figuur 4.7 Afgietsels van schedels van verschillende soorten Oost Afrikaanse mensachtigen. Van links naar rechts: *Paranthropus boisei* (OH 5), *Australopithecus habilis* (KNM-ER 1813) en *Homo erectus* (KNM-ER 3733).

De namen die gehanteerd worden voor bepaalde fossielen kunnen (in de loop van de tijd) nogal verschillen. Veel fraaie fossiele vondsten hebben koosnaampjes gekregen, zoals Lucy, maar er is één fossiel dat beroemd, of misschien moet ik schrijven berucht, is geworden onder z'n eigen catalogusnummer: KNM-ER 1470. KNM staat voor Kenia National Museums. ER staat voor East Rudolf, de Engels naam die in het jaar 1972 nog werd gebruikt voor het meer dat nu bekend staat als het Turkana-meer, dat in Noord Kenia ligt. Soortnamen die we voor KNM-ER 1470 kunnen tegenkomen zijn: *Homo habilis*^{21, 27}, *Homo rudolfensis*^{7, 15} en *Kenyanthropus rudolfensis*¹⁴.

De schedel KNM-ER 1470 bestaat uit veel aan elkaar geplakte fragmenten en er zijn dan ook verschillende reconstructies^{27, 28}. Bij de gepresenteerde foto's kan de mate waarin het gezicht vooruitsteekt verschillen.

Is er onzekerheid wat betreft de reconstructie? Je kunt als buitenstaander de donkere gedachte moeilijk onderdrukken, dat het toch



Figuur 4.8 Links: Afgietsel van schedel *Australopithecus rudolfensis* (KNM-ER 1470).

Figuur 4.9 Rechts: Afgietsel van schedel *Australopithecus rudolfensis* (KNM-ER 1470).

wel verdacht is dat deze in elkaar gepuzzelde schedel wordt gekoppeld aan een andere "gecrashte" schedel, die van *Kenyanthropus platyops*²⁹. In de gepresenteerde stamboom van de Amerikaanse paleoantropoloog Ian Tattersall worden de twee gefractureerde schedels, *Kenyanthropus platyops* en *Australopithecus* (*Kenyanthropus*) *rudolfensis* via een stippellijn aan elkaar gekoppeld als een onafhankelijke mensachtige lijn. Er loopt geen stippellijntje naar de rest van de mensachtige stamboom. Is er sprake van een mysterieuze mensachtige lijn gebaseerd op beschadigde schedels die uiteindelijk leidt tot "*Homo kapotiensis*"? Geen wonder dat die is uitgestorven.

Als je hier als geïnteresseerde leek nog niet nerveus van wordt, dan hebben we nog de dateringperikelen rond KNM-ER 1470. In eerste instantie werd deze schedel met z'n wat grotere herseninhoud van zo'n 800 cc. als het bewijs gepresenteerd van een vroege mensachtige lijn²⁷. Deze schedel zou een ouderdom hebben van zo'n 2,6 miljoen jaar. De datering is later herzien naar 1,9 miljoen jaar^{7, 26}.

Veel fossielen, verschillende wetenschappelijke namen voor één

en hetzelfde fossiel, wetenschappers die over elkaar heen buitelen, elkaar beschimpen over in elkaar “geprutste” schedels en dateringen die verschuiven. Voeg daarbij dat het vak paleoantropologie zich beweegt tussen verschillende vakgebieden, zoals anatomie, biologie, geologie, archeologie en antropologie en je hebt het beeld van een complexe materie.

Het is dan ook niet echt verbazingwekkend dat een aantal mensen op een gegeven ogenblik afhaakt. Maar als we een paar passen achteruit doen en proberen te overzien wat er aan de hand is, dan is er ook in deze schijnbaar ingewikkelde periode een patroon te ontwaren.

Adaptieve radiatie

Het belangrijkste is dat er zo’n 2 tot 1,5 miljoen jaar geleden, verschillende soorten mensachtigen naast elkaar hebben geleefd. Dit is geen onbekend verschijnsel. Als er sprake is van een nieuwe vorm die succesvol is, dan zien we vaker een variatie verschijnen op dat “concept”.

De nieuwe vorm was een mensaap die zich had aangepast aan een leven in een meer open omgeving. Een mensachtige die meer en efficiënter rechtop liep en waarbij het gebit was aangepast aan het eten van stugger plantaardig materiaal dat we nu eenmaal aantreffen in een open omgeving. Deze nieuwe mensaap was succesvol genoeg om als het ware voort te borduren op dit thema. Het is te vergelijken met het rondraaiende wiel, het is voor meer zaken te gebruiken dan alleen het laten rijden van een kar.

Het principe van een rond voorwerp dat beweegt om een centrale as is niet alleen verantwoordelijk voor het laten voortbewegen van verschillende soorten voertuigen zoals fietsen, treinen en vliegtuigen, maar ook voor het verplaatsen van water door watermolens en het aangeven van de tijd door horloges. Ooit werd het wiel voor één doel gebruikt en nu zijn het er meerdere. Hele industrieën zijn er op gebaseerd, ronde harde schijven van computers draaien nog steeds rond een as. Vanuit die ene mogelijkheid gezien is er dus sprake van een radiatie van toepassingen.

Een uitstraling van mogelijkheden is ook hetgeen we kunnen waarnemen in de natuur wanneer er sprake is van een nieuw “concept”. Er is echter wel een belangrijk verschil tussen bovengenoemd

cultureel voorbeeld en biologische evolutie, bij laatstgenoemde is er nooit sprake van een plan.

Om een fraai wereldberoemd voorbeeld te zien van radiatie hoeven we Oost Afrika, waar vele mensachtige fossielen zijn gevonden, niet eens te verlaten.

In de grote slenk, die als een reusachtige scheur door het Afrikaanse continent loopt, komen we grote meren tegen zoals het Malawi-, Tangajika- en Victoriameer. Deze wateren worden (of tegenwoordig moet ik ook schrijven “werden”) bevolkt door verschillende groepen vissen, maar één groep domineert, dat zijn baarsachtige visjes, zogenaamde cichliden. Die komen daar in grote zwermen van verschillende soorten voor. Ze danken hun succes waarschijnlijk aan hun voedselopnameapparaat, dat gezien kan worden als een evolutionaire doorbraak³⁰.

Door de veranderingen van het voedselopnameapparaat zijn cichliden in staat allerlei verschillende voedselsoorten tot zich te nemen. Deze “uitvinding” heeft, net als bij de uitvinding van het wiel, geleid tot een radiatie van toepassingen. Er zijn verschillende soorten cichliden die verschillende voedselbronnen gebruiken. Zo zijn er modderhappers, algeneters, bladhakkers, slakkenkrakers, insecteneters, garnaleneters, viseters en schubbeneters en zelfs pedofagen³⁰. Laatstgenoemde groep zijn visetende cichliden, die het speciaal hebben gemunt op embryo’s en net uitgekomen visjes. In de biologie spreken we in zo’n geval van adaptieve radiatie. Adaptief vanwege het feit dat er sprake is van aanpassing aan verschillende voedselbronnen. Radiatie omdat we denken dat er sprake is van een waaier van nieuw ontstane soorten die afkomstig zijn van één voorouderlijke vorm.

We kunnen spreken van adaptieve radiatie wanneer een nieuw ontstane soort een vernieuwing bezit die zo succesvol is, dat er vervolgens uit deze nieuwe soort weer andere soorten ontstaan. In het voorbeeld van de cichliden zagen we dus dat deze baarsachtige visjes verschillende rollen gingen vervullen binnen de leefgemeenschap. De cichliden gingen dus verschillende niches bezetten.

Mensapen die steeds meer in een open omgeving gingen leven, lieten twee vernieuwingen zien. Veranderingen van het voortsbewegingsapparaat en van het voedselopnameapparaat. Het is dus van-



Figuur 4.10 Compositie van cichliden van het Malawimeer, Afrika, die waarschijnlijk allen van een gezamenlijke voorouder afstammen.
(Figuur en persoonlijke mededeling van Ad Konings)

zelfsprekend dat deze twee vernieuwingen, net als bij bovengenoemde voorbeelden van het wiel en de cichliden, kunnen leiden tot radiatie. In die zin is het niet echt een verrassing dat we verschillende mensachtigen tegenkomen in Oost Afrika. Het is mogelijk dat we geconfronteerd worden met een interessant fenomeen, adaptieve radiatie bij mensachtigen⁴⁰.

Ongeacht hoeveel soorten er nu precies hebben rondgelopen, het is in de voorgaande eeuw met al dat zoek naar fossielen van onze voorouders duidelijk geworden, dat er tussen de 2 en 1,5 miljoen jaar geleden verschillende soorten mensachtigen naast elkaar hebben geleefd. Zoals Tattersall dat zo mooi verwoordde in de kop van een artikel: “once we were not alone” (“eens waren we niet alleen”²⁹).

Paranthropus boisei, *Australopithecus habilis* en *Homo erectus* zijn net als de cichliden te beschouwen als variaties op een basis-

thema. Het basisthema is rechtop lopen en aanpassingen van het gebit, zoals het bezit van korte hoektanden. Maar in de loop van de tijd gingen sommige vormen zich verder specialiseren en begonnen uiteenlopende rollen te vervullen⁴⁰.

Paranthropus boisei is een specialist die zich steeds meer was gaan toeleggen op het eten van hard plantaardig materiaal en daarvoor een ware maalmachine in z’n mond ontwikkelde.

Homo erectus was met name een opportunist met een serieuzer vleesaandeel in z’n dieet. Net als bij de cichliden, namen de verschillende soorten mensachtigen verschillend voedsel tot zich. Een succesvolle formule had geleid tot adaptieve radiatie waarbij uiteindelijk verschillende niches werden ingevuld.

Een aantal jaren stond er een aquarium in mijn huiskamer van twee meter lang, gevuld met cichliden uit Oost Afrika (Malawi). Vast lastig te verzorgen, al die verschillende vissen die eten zeker allemaal verschillend voer? Na de hier bovenstaande alinea’s te hebben gelezen, zal menig lezer het gevoel hebben het antwoord te weten. Maar het verrassende antwoord is “dat valt enorm mee”.

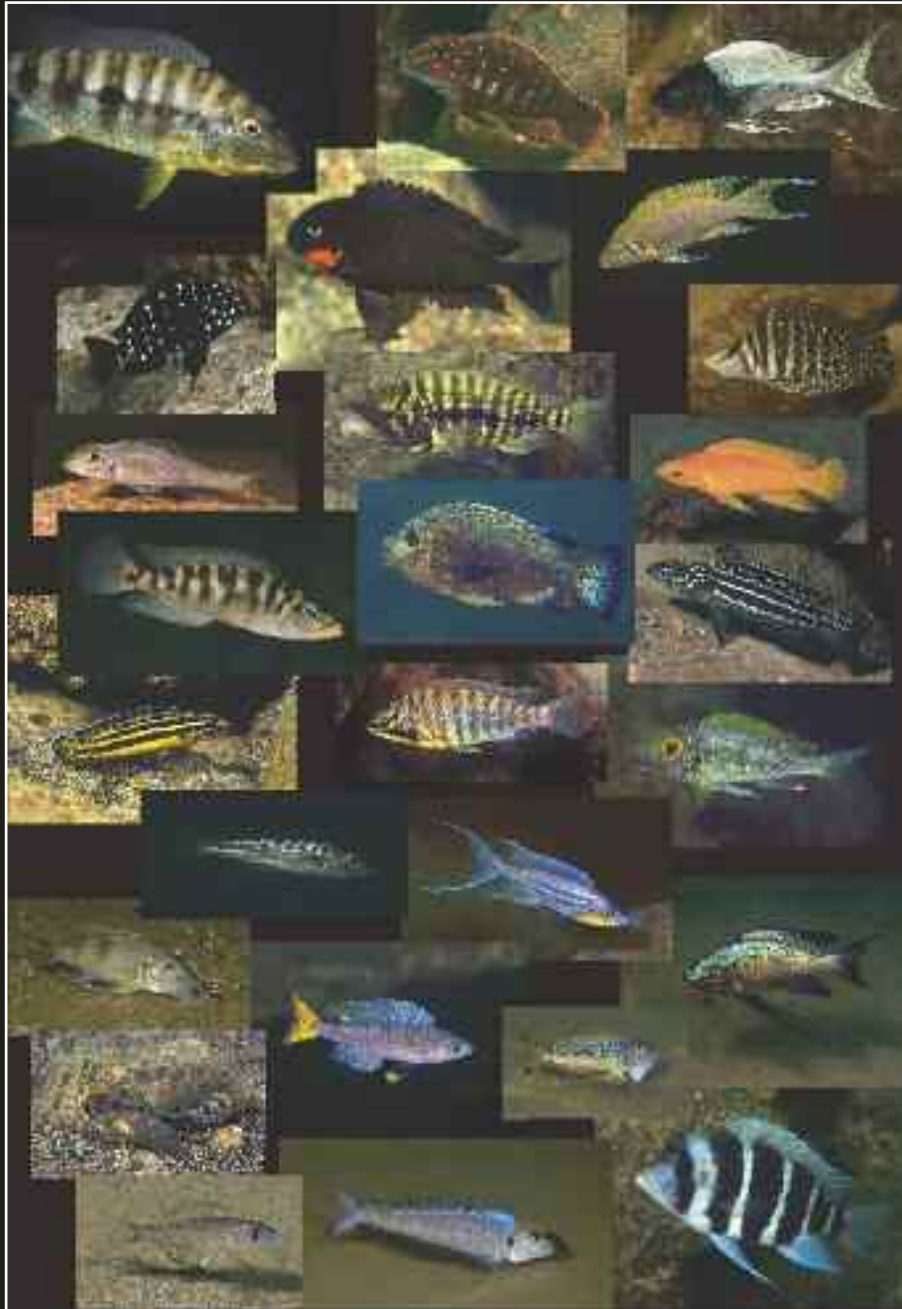
In de praktijk zijn veel verschillende soorten cichliden goed te verzorgen op een (min of meer) zelfde dieet en zelfs prima te kweken. Maar dat zal in de natuur toch niet gebeuren?

Alweer een verrassing. De Nederlandse bioloog Ad Konings³¹ merkt in z’n boek over “*Malawi cichliden in hun natuurlijke omgeving*” het volgende op:

“Wanneer de magen van verschillende soorten cichliden die op één plaats gevangen zijn, onderzocht worden, kunnen we daarbij een opzienbarende ontdekking doen: ongeacht de soort of specialisering vinden we vaak in iedere maag hetzelfde voedsel.”

Bij mensachtigen lijken we iets dergelijks te zien. Alhoewel ik beweerd dat leden van het geslacht *Paranthropus* beschouwd kunnen worden als een specialisten van het eten van hard plantaardig materiaal, wijst onderzoek uit dat ze ook zachtere vruchten en vlees aten⁷.

Had ik het dan toch mis? Het is moeilijk voor te stellen dat vorm en functie niet samengaan. Aanpassingen van het voedselapparaat bij cichliden en mensachtigen kunnen het best verklaard worden door natuurlijke selectie. Voor de observaties dat vorm en functie niet samen lijken te gaan, kan de volgende verklaring worden gegeven.



Figuur 4.11 Compositie van cichliden van het Tanganjikameer, Afrika. Ook hier is er waarschijnlijk sprake van adaptieve radiatie.
(Figuur van Ad Konings)

Veel diersoorten zijn opportunistisch ingesteld. Te gespecialiseerd zijn is gevaarlijk. Verdwijnt de voedselbron voor een tijdje, dan ben je te ten dode opgeschreven. Zo is het ook met cichliden, ondanks hun specialisaties blijven het ook opportunisten. Ze zijn wel aangepast, maar dat wil niet zeggen dat ze niet iedere kans benutten die zich voordoet. Is een bepaalde voedselbron ten overvloede aanwezig, dan doen ze zich hier met z'n allen aan te goed. Het gaat om tijden van schaarste^{30, 31}.

Specialisme wordt ten volste benut in magere tijden, wanneer voedsel lastig is te verkrijgen. Zo moet het ook zijn geweest met de verschillende soorten mensachtigen. Specialisme betekent geen uitsluitel van opportunisten. De verschillende mensachtigen moeten, net als chimpansees van nu, intelligente opportunisten zijn geweest.

Zo'n 2 tot 1,5 miljoen jaar geleden herkennen we in Afrika drie verschillende soorten mensachtigen: *Paranthropus boisei*, *Australopithecus habilis* en *Homo erectus*. Het kunnen er meer geweest zijn en mogelijk komen er in de toekomst nog onontdekte soorten bij. Maar ik denk niet dat we ooit geconfronteerd zullen worden met de enorme uitwaaiering van soorten, zoals we dat zien bij de cichliden in de Oost-Afrikaanse meren.

Niet dat radiatie nu zo opmerkelijk is. De uitwaaiering van soorten, adaptieve radiatie, is niets bijzonders. Populaties hebben nu eenmaal de potentie uit te waaieren in verschillende soorten. Dat ligt besloten in seksuele voortplanting en mutaties van het DNA. Variaties binnen populaties en soorten kunnen onder druk van natuurlijke en seksuele selectie leiden tot verschillende soorten.

Toch worden we niet overal geconfronteerd met de enorme soorten zwermen zoals in de Afrikaanse meren. Er lopen in Europa geen honderden verschillende soorten zwijnen rond, dat is er maar één. De potentie om een eindeloze keur van verschillende soorten te laten ontstaan is altijd aanwezig, maar het gebeurt lang niet altijd. Dit komt omdat de mogelijkheden ontbreken.

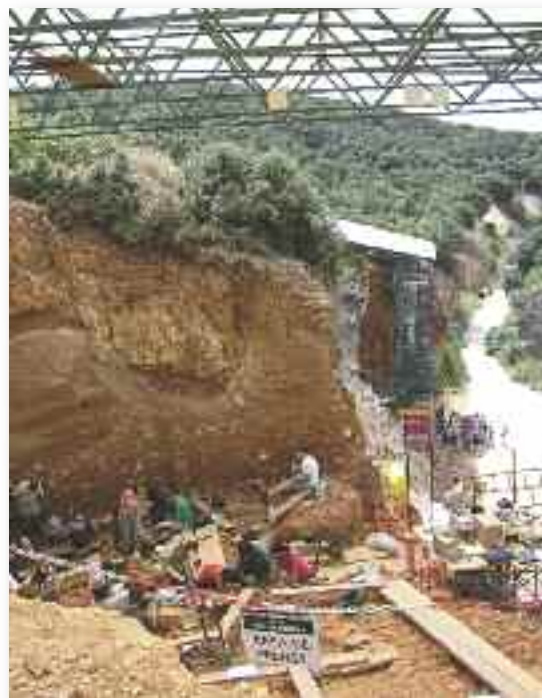
In een stabiel ecosysteem zijn vele niches al opgevuld en is er geen of weinig ruimte voor nieuwe. Daar waar door veranderingen van de omstandigheden onvervulde niches ontstaan, hebben soorten wel de mogelijkheid deze in te vullen. Toen de grote wouden in Afrika verdwenen en er steeds meer sprake was van een open omgeving, ontstonden er dus nog in te vullen niches. Instabiliteit schept mogelijkheden.

Maar mensapen waren niet de enige zoogdieren die op deze grote vacaturebank afkwamen. Planteneters en vleeseters storten zich ook op deze markt en ontwikkelden zich op de Afrikaanse vlakten in een wapenwedloop tot dieren die nu vaak enorm tot de verbeelding spreken zoals Afrikaanse olifanten, giraffen, buffels, gnoes, zebra's, impala's, leeuwen, luipaarden, cheeta's, wilde honden en gevlekte hyena's. Grazers met enorme kiezen en vleeseters zoals katachtigen met aan het einde van hun ledematen vlijmscherpe vleeshaken en vier dodelijke dolken in hun mond.

Met andere woorden, er waren heel wat dieren die hoge ogen gooiden in de competitie om nieuwe banen. Veel dieren waren toegerust om snel de nieuw ontstane niches in te nemen.

En daar sta je dan als vruchtenetende mensaap. Het mag nog een klein wonder heten dat mensapen überhaupt in staat zijn geweest plekken op deze markt te veroveren. Ik verwacht dan ook niet, dat we ooit te maken zullen krijgen met een enorme waaier van mensachtige soorten. Het zal een sterk afgeknotte waaier blijven.

Maar hoe dan ook, ooit waren we niet alleen en dat kunnen we tegenwoordig niet meer zeggen.



Opgraving Gran Dolina, Atapuerca, Noord Spanje.

Korte hoektanden, lange benen en een sexy brein

5 Een vleesetende oermens waaiert uit

Lichamelijke indicaties voor het eten van vlees - Rechtop lopen met lange gestrekte benen - Vuistbijlen en gedrag - Wat is Homo erectus? - Verspreiding over de wereld - Populatie-dichtheid - Vleesetende niche

Lichamelijke indicaties voor het eten van vlees

Homo erectus week duidelijk af van z'n voorgangers en tijdgenoten, soorten van de geslachten *Australopithecus* en *Paranthropus*. Hij was groter, slimmer, bewoog anders en had zich bovenal, gespecialiseerd in het eten van vlees. Veel eigenschappen van deze soort staan in verband met de consumptie van dierlijke resten, kenmerken die bloedserieus genomen moeten worden.

Homo erectus is niet de enige grotere primate geweest die vlees heeft gegeten. Vandaag de dag eten chimpansees ook vlees, ze jagen op dieren zoals muizen, varkens, bavianen, en zelfs kinderen^{17, 111}. Het feit dat *Homo erectus* vlees at, is niet zo exceptioneel maar wel de mate waarin dit gebeurde. Lichamelijke kenmerken, gedrag en demografische aspecten van deze soort kunnen in verband worden gebracht met een hoge vleesconsumptie.

Omdat *Homo erectus* een groot lichaam¹⁹ en een grote herseninhoud²⁰ bezat, moet deze soort een grotere caloriebehoefte hebben gehad dan soorten uit de geslachten *Australopithecus* en *Paranthropus*. Een groter lichaam vraagt absoluut gezien meer energie en zo'n 18% van onze energiehuishouding gaat naar de hersenen⁷. Het brein is dus een duur orgaan om te onderhouden.

In vergelijking met *Australopithecus habilis* en *Paranthropus boisei* was *Homo erectus* een energievretend "ontwerp". Maar de kiezen om al dat energieleverend voedsel te verwerken waren, in vergelijking met *Australopithecus* en *Paranthropus*, opvallend klein bij *Homo erectus*³². Dit betekent dat deze soort calorierijker voedsel tot zich moet hebben genomen dan andere mensachtigen die in die tijd op de Afrikaanse vlakten rondliepen. Vlees is een aannemelijke bron om aan deze hogere energiebehoefte tegemoet te komen.

Onderzoek van de slijtagepatronen op de gebitselementen van verschillende mensachtigen door de Amerikaanse paleoantropoloog Alan Walker bevestigt dit idee³³. Kleine beschadigingen op het op-

Een vleesetende oermens waaiert uit



Figuur 5.1 Onderkant van afgietsels van de schedels van *Paranthropus boisei* (links op de foto, OH-5) en *Homo erectus* (rechts op de foto, KNM-ER 3733). De kiezen van *Paranthropus boisei* zijn duidelijk groter dan die van *Homo erectus*. Merk tevens op dat de jukboog van *Paranthropus boisei* aanzienlijk groter is dan die van *Homo erectus*. De kauwspier is aangehecht aan deze jukboog en onder de jukboog door loopt de slaapkauwspier. Aan de bouw van de schedel kunnen we afleiden dat beide kauwspieren bij *Paranthropus boisei* zwaarder waren ontwikkeld dan bij *Homo erectus*.

pervlak van tanden en kiezen kunnen worden onderzocht door middel van een elektronenmicroscop. Het principe is eenvoudig, beschadigingen die aangetroffen zijn bij uitgestorven mensachtigen worden vergeleken met die van huidige dieren. Overeenkomstige slijtagepatronen duiden op een zelfde soort dieet.

De gebitselementen van de Oost-Afrikaanse *Australopithecus habilis* (KNM-ER 1813) en *Paranthropus boisei* geven aan dat beide soorten verschillend hebben gegeten³³. *Australopithecus habilis* zacht fruit, *Paranthropus boisei* harde zaden en vezelachtige peulen. Dit onderzoek bevestigt dus hetgeen je kunt vermoeden wanneer



Figuur 5.2 Bovenkant van afgietsels van de schedels van *Paranthropus boisei* (links op de foto, OH-5) en *Homo erectus* (rechts op de foto, KNM-ER 3733). De slaapkauwspier loopt van het voorste uitsteeksel van de onderkaak, onder de jukboog door, naar de zijkant van de hersenschedel. Bij *Paranthropus boisei* zijn de slaapkauwspieren zo zwaar ontwikkeld en is de hersenschedel zo klein, dat de twee spieren elkaar “ontmoeten” midden op de schedel. Hier is een kam tot ontwikkeling gekomen waar de slaapkauwspieren eveneens zijn aangehecht. Bij *Homo erectus* heeft de slaapkauwspier voldoende aanhechtingsplaats aan de zijkant van de hersenschedel, wel zien we links en rechts lijnen lopen die de grens aangeven van de aanhechting van de slaapkauwspieren.

schedelvormen met elkaar worden vergeleken, beide soorten hebben verschillende ecologische niches bezet.

Onderzoek van de gebitselementen van Zuid-Afrikaanse mensachtigen door paleoantropoloog Fred Grine³³ geeft eveneens aan, dat beide geslachten verschillende niches hebben bezet. *Paranthropus robustus* vertoonde een intensievere slijtage door schurende deeltjes dan *Australopithecus africanus*.

Toen Walker³³ naar de slijtage van *Homo erectus* keek, trof hij een extreem grove slijtage aan, de gebitselementen vertoonden beschadigingen die we ook tegenkomen bij vleeseters, zoals bottenkragende hyena's.

Lucy en haar tijdgenoten vormen een indrukwekkend fraai venster naar een lang vervlogen tijd, zo'n 3,2 miljoen jaar geleden. Er is een tweede belangrijk prehistorisch venster, dat van de jongen van Nariokotome.

In augustus 1984 werd in Kenia aan de westkant van Lake Turkana, bij Nariokotome, het skelet gevonden van een jonge *Homo erectus* man. Niet zomaar een skelet, maar een skelet van maar liefst 1,6 miljoen jaar oud. Het skelet is completer dan dat van Lucy en heeft een schat aan gegevens opgeleverd^{33, 34}.

Het skelet is zo fraai bewaard, dat de vorm van de borstkas kon worden gereconstrueerd. Wat blijkt, de borstkas van de jongen van Nariokotome was tonvormig, net zoals bij mensen vandaag de dag. Mensapen zoals gorilla's hebben geen tonvormige borstkas, bij hen is de vorm van de borstkas te omschrijven als trechtervormig. Dat wil zeggen, een omgekeerde trechter, want bij deze mensapen loopt de borstkas naar onderen toe breed uit. Aan de vorm van de borstkas is te zien dat deze mensapen een dikke buik hebben. Dat is niet zo verwonderlijk, want gorilla's zijn vegetariërs. Om al dat plantaardige materiaal te verteren zijn veel darmen nodig, het gevolg: een dikke buik.

Wat blijkt: gebaseerd op het skelet van Lucy heeft men het idee dat *Australopithecus afarensis*, net als gorilla's, een dikke buik had. Dit is in overeenstemming met hetgeen we aantreffen in de mond van deze soort. Aan het gebit van *Australopithecus afarensis* is te zien dat deze soort vooral stug plantaardig materiaal moet hebben gegeten.

Een tonvormige borstkas zoals bij *Homo erectus* wijst op een veel minder volumineuze buik. Deze soort kon z'n voedsel verteren zonder enorm lange darmen. Mensen hebben een opvallend kort darmstelsel in vergelijking met andere primaten³³. Hersenvergroting en darmverkleining lijken hand in hand te gaan. *Homo erectus* vertegenwoordigt het begin van deze trend. Een korter darmstelsel wijst op het eten van vlees. Carnivoren hebben een minder lang darmstelsel dan herbivoren omdat vlees gemakkelijker te verteren is.

Het skelet van de jongen van Nariokotome is niet het enige skelet dat is gevonden van *Homo erectus*. Er waren in Oost Afrika al eerder delen van een skelet aangetroffen, maar niet zo compleet.



Figuur 5.3 Het *Homo erectus* skelet van de jongen van Nariokotome had dezelfde lichaamsverhoudingen als tropische populaties³⁴, zoals deze Samburu uit Kenia. Een lang dun lichaam met lange ledematen kan worden gezien als een aanpassing aan een warm, relatief gezien droog klimaat in een meer open omgeving.

Dit *Homo erectus* skelet, KNM-ER 1808, vertoont een interessant ziektebeeld. Er was een tweede laag botweefsel afgezet, hetgeen zou kunnen duiden op een overdosis van vitamine A³⁵. Vitamine A (retinol) is aanwezig in melk, boter, vis en lever. Met name het laatstgenoemde orgaan kan grote hoeveelheden vitamine A bevatten. Een tekort van deze vitamine kan uiteindelijk leiden tot blindheid. Een teveel kan leiden tot hypervitaminose A, vandaag de dag een zeldzame ziekte. De levers van roofdieren bevat veel vitamine A omdat predatoren veel levers van andere dieren eten. Vitamine A wordt niet afgebroken maar blijft opgeslagen in de lever aanwezig. Een manier om hypervitaminose A op te lopen is het eten van veel lever afkomstig van carnivoren, en dit is waarschijnlijk hetgeen KNM-ER 1808 is overkomen^{33, 35}.

Rechtop lopen met lange gestrekte benen

Mensen bewegen zich voort op een bijzondere wijze, door rechtop te lopen. De eerste mensachtige die rechtop liep zoals wij dat doen, was *Homo erectus*. De manier van voortbewegen van deze oermens was anders dan die van rechtop lopende aapmensen van het geslacht *Australopithecus*.

Verschillende soorten van het geslacht *Australopithecus*, die zo'n 4 tot 1,5 miljoen jaar geleden leefden, zoals *Australopithecus afarensis*, *Australopithecus africanus* en *Australopithecus habilis*, hadden in verhouding met mensen lange armen en korte benen¹¹. *Homo erectus* daarentegen had lichaamsverhoudingen die vergelijkbaar zijn met die van ons, dat wil zeggen: lange benen en korte armen. De manier waarop *Homo erectus* liep en wij zelf nog steeds lopen is te omschrijven als "een slingerbeweging van zwaaiende benen"¹⁶, een voortbeweging met bijna constant gestrekte benen.

Biomechanica leert ons dat dit een efficiënte manier van voortbewegen is, het is een economische manier van verplaatsen die niet veel energie kost^{11, 16}. Geen snelle manier maar wel één die je lang vol kunt houden. Alhoewel mensen die wel eens gepoogd hebben de Nijmeegse vierdaagse te lopen, daar mogelijk hun bedenkingen bij hebben. Grote kans dat de langdurig zittende leefwijze van tegenwoordig daarbij parten spelen. Hoe dan ook, voor krachtige oermensen zoals *Homo erectus* moet rechtop lopen met gestrekte benen een doelmatige manier geweest zijn van voortbewegen.

Iedereen die wel eens natuurfilms kijkt, realiseert zich waarschijnlijk dat op de Afrikaanse vlakke snelheid een belangrijke factor is. Wie kent niet de beelden van een arme gazelle die zich de benen uit z'n lijf loopt om te ontsnappen aan het snelste landroofdier, de Cheeta? Schitterende beelden, de uitkomst van een miljoenen jaren durende wapenwedloop op snelheid. In open terrein ontloop je predatoren door snel te zijn en als jager kom je aan vlees door nog sneller te rennen.

Maar hoe kwam *Homo erectus* aan z'n vlees, snel was hij immers niet. Rechtop lopende mensachtigen zoals wij blinken in de dierenwereld niet uit door snelheid, vergeleken met andere zoogdieren zijn onze prestaties niet bepaald om over naar huis te schrijven. Snelheid is voor een vleeseter niet de enige manier om aan een maaltijd te ko-

men. Er zijn er die jagen vanuit een hinderlaag of het jagen aan een ander overlaten, laatstgenoemden worden aangeduid als aaseters. Misschien heeft *Homo erectus* beide technieken gebruikt, maar de vraag is of dit voldoende opleverde. Er is nog een interessante optie.

Moderne jagers-verzamelaars zijn in staat grote grazers te vangen door de dieren volhardend te blijven achtervolgen⁴⁸. Deze mensen zijn niet sneller dan de herbivoren waar ze op jagen, maar ze hebben wel een beter uithoudingsvermogen. Grote zoogdieren die lang in de Afrikaanse hitte moeten rennen, raken oververhit. Mensen lopen minder kans op oververhitting, die hebben een efficiënt mechanisme om af te koelen: zweten. Door een dun laagje water op het huidoppervlak te produceren dat vervolgens verdampt, raken mensen veel minder snel oververhit dan hun prooi met een harige vacht.

Het is dus mogelijk dat *Homo erectus*, die een lichaamsbouw had die vergelijkbaar is met die van de mens, gebruik heeft gemaakt van dezelfde techniek als moderne jagers-verzamelaars. Deze lange, volledig rechtop lopende oermens was prima gebouwd om z'n dieet uit te breiden met een flink portie vlees.

Vuistbijlen en gedrag

Gedrag van vroege mensachtigen is heel lastig te reconstrueren. Veel verder dan vage globale of onzekere reconstructies komt men niet. Desalniettemin, voor zover het gedrag van *Homo erectus* is te reconstrueren, spreekt dit het beeld van een vleeseter niet tegen. Wanneer een dier zich vanuit een overwegend vegetarische leefwijze (*Australopithecus*) ontwikkelt tot een gedeeltelijke vleeseter (*Homo*) dan zijn een aantal aspecten te voorspellen die te maken hebben met gedrag³³.

- 1 Een werktuigassemblage dat geschikt is voor het slachten van kadavers.
- 2 Een hogere intelligentie en meer sociale interactie ligt in de lijn der verwachtingen.

Rond de tijd van het verschijnen van *Homo erectus*, zo'n 1,7 miljoen jaar geleden, verschijnt er ook een nieuwe type werktuigen in Afrika, waaronder de bekende vuistbijl²². Deze werktuigen worden aangeduid met de term Acheuleen, vernoemd naar het Noord Franse plaatsje St. Acheul dat aan de rivier de Somme ligt, waar dergelijke werktuigen al eerder waren aangetroffen.



Figuur 5.4 In de vindplaats met loopbrug bij Olorgesailie, Kenia, zijn vele vuistbijlen gevonden, die gedateerd kunnen worden rond de 800.000 jaar geleden¹².

Als ik een vuistbijl in mijn handen houd, word ik nog steeds getroffen door de fraaie esthetische vorm ervan. De vorm van de vuistbijl duidt er op dat de maker ervan van tevoren wist hoe dit werktuig er uit zou gaan zien. Vuistbijlen hebben een indrukwekkende vaste vorm, die we over een lange tijd in vele delen van de wereld aantreffen. We treffen ze aan in Afrika, Europa, Midden Oosten en India; in Afrika van zo'n 1,7 miljoen jaar geleden tot zo'n 100.000 jaar geleden²². Ze zijn ook in Nederland en de Nederlandse kustwateren gevonden. Het maken van deze gestandaardiseerde werktuigen vraagt meer vernuft dan de vervaardiging van de primitievere werktuigen van het type Oldowan.

Een verband leggen tussen aangetroffen archeologische artefacten en de mensachtigen die ze hebben gemaakt is een heikele zaak. Er is nog steeds geen oermensskelet aangetroffen met tussen de vingerkootjes een vuistbijl.

Ten tijde van *Homo erectus* leefde er ook een andere mensachtige, *Paranthropus boisei*, dit kan net zo goed een kandidaat zijn voor het predicaat werktuigvervaardiger van het Acheuleen.



Figuur 5.5 Vindplaats met loopbrug bij Olorgesailie, Kenia.

Toch denk ik dat *Homo erectus* de maker is geweest. Het kan geen toeval zijn, dat om en nabij het verschijnen van deze soort met een vergroot brein, ook de meer geavanceerde stenen werktuigen verschijnen van het type Acheuleen.

Er zijn verschillende ideeën geopperd betreffende de functie(s) die vuistbijlen in het verleden gehad zouden hebben²²: een soort van Zwitsers zakmes bruikbaar voor allerlei zaken, het slachten van middelgrote en grote beesten, werktuigen om mee te graven, gestileerde kernstenen die bruikbare afslagen kunnen leveren, het afstropen van schors van bomen of wapens om mee te gooien om zo te proberen grote dieren te vangen.

Schick en Toth²² hebben een reeks van functionele experimenten uitgevoerd met vuistbijlen en deze proeven geven aan dat de vorm van de vuistbijl wijst in de richting van het slachten van grotere zoogdieren. Vuistbijlen zijn grote werktuigen, vaak zo'n 12 tot 15 cm. lang, globaal gezien symmetrisch en druppelvormig. Ze hebben een brede ronde zijde en een punt. Door het formaat en de ronde vorm liggen ze lekker in de hand, de punt snijdt gemakkelijk door vlees. Verder zijn tot nu toe aangetroffen slijtagesporen op een paar vuistbijlen in overeenstemming met het slachten van dieren²².



Figuur 5.6 Vuistbijlen, vindplaats Olorgesailie, Kenia.

Er zijn twee indicaties aangetroffen voor een sterk sociaal gedrag van *Homo erectus*. Zoals hier boven al vermeld vertoont het vrouwelijke skelet KNM-ER 1808 van deze soort een tweede laag botweefsel, hetgeen zou kunnen duiden op hypervitaminose A^{33, 35}. Dit is geen lichte aandoening. Om bloedstolsels te ontwikkelen, zoals bij KNM-ER 1808, moet dit individu nauwelijks hebben kunnen bewegen door de pijn. Desalniettemin moet ze weken, zo niet maanden, hebben geleefd om deze bloedstolsels te laten verbenen. Dit betekent dat een ander individu voor haar moet hebben gezorgd³³. Met zo enorm veel pijn en nauwelijks in staat om zich te verplaatsen, kan ze zich onmogelijk lang staande hebben gehouden in de Afrikaanse bush. Een groepsgenoot of groepsgenoten moeten haar hebben beschermd tegen de roofdieren die de Afrikaanse vlakten afroonden op zoek naar prooi.

In Georgië zijn fraai bewaarde *Homo erectus* schedels aangetroffen, mogelijk van zo'n 1,8 miljoen jaar oud. Één van deze schedels is afkomstig van een tandenloze bejaarde³⁶. Werkelijk alle tanden en kiezen ontbreken bij deze schedel. De tandkassen, de plaats waar oorspronkelijk de wortels van de gebitselementen huizen, zijn dichtgegroeid met botweefsel. Een teken dat dit individu, men denkt

1	1
2	2
3	3
4	4
5	5
6	6
7	7
8	8
9	9
10	10
11	11
12	12
13	13
14	14
15	15
16	16
17	17
18	18
19	19
20	20
21	21
22	22
23	23
24	24
25	25
26	26
27	27
28	28
29	29
30	30
31	31
32	32
33	33
34	34
35	35
36	36
37	37
38	38
39	39
40	40
41	41
42	42
43	43
44	44



Figuur 5.7 Fraaie vuistbijl afkomstig uit de Nederlandse kustwateren. Maximale lengte: 6,7 cm. maximale breedte: 4,8 cm. en maximale dikte: 2,3 cm. (Eigenaar: Theo Lambrechts, maten en foto door Jan Glimmerveen)

aan een man, een tijdje heeft doorgeleefd zonder mogelijkheden om eens flink te bijten of te kauwen. Wanneer iemand al zijn gebitselementen al een tijdje kwijt is, zijn niet alleen alle tandkassen gevuld met botweefsel, maar is het gehele kakement tevens lager geworden. De vorm van het gezicht is wat gewijzigd, opa en oma hebben een murmelmondje gekregen. Zo moet ook deze *Homo erectus* een murmelmondje hebben gehad, zelf hard voedsel kauwen ging niet meer.

Ook hier is de kans groot dat iemand anders dit individu heeft geholpen tijdens zijn laatste levensfase.

In beide gevallen, de Oost-Afrikaanse *Homo erectus* vrouw KNM-ER 1808 en de Georgische *Homo erectus* man, gaat het om volwassen individuen, in het laatste geval denkt men aan een leeftijd van zo'n 40 jaar³⁶. KNM-ER 1808 heeft weken of zelfs maanden geleefd met haar aandoening, de *Homo erectus* man uit Georgië heeft nog enkele jaren geleefd zonder gebitselementen^{33, 36}. Het is heel gewoon dat zoogdiermoeders voor hun kroost zorgen maar een sterke langdurige zorg voor volwassen individuen wijst op een uitzonderlijk sterk ontwikkeld sociaal gedrag.

Wat is Homo erectus?

De periode van voorkomen en de verspreiding van *Homo erectus* over de wereld hangen af van welke fossielen we wel of niet beschouwen als zijnde afkomstig van deze soort. Dat is niet eenvoudig, wetenschappers zijn het ook op dit punt grondig met elkaar oneens. Een aantal wetenschappers ziet in het fossiele bestand, dat onder andere in dit boek wordt aangeduid als één soort, *Homo erectus*, een aantal verschillende soorten, zoals: *Homo erectus*, *Homo soloensis*, *Homo ergaster*, *Homo antecessor* en *Homo georgicus*^{14, 20, 29, 37}. Daar staat lijnrecht tegenover het idee, dat *Homo erectus* überhaupt niet bestaat zoals voorgesteld door de Amerikaanse paleoantropoloog Milford Wolpoff en zijn collega's³⁸.

Het was de eerste keer dat ik Milford ontmoette in 1991, op een congres in Frankfurt am Main, Duitsland waar hij zijn opzienbarende idee naar voren bracht. Het museum Senckenberg had ter ere van het 100 jarig bestaan van *Homo erectus* een internationaal congres georganiseerd. In 1891 en 1892 had Dubois immers zijn “overgangsvorm” *Pithecanthropus erectus*, tegenwoordig *Homo erectus*, gevonden. Dubois is de eerste geweest die een fossiel had gevonden van *Homo erectus*.

Ik zal die eerste ontmoeting met Milford niet snel vergeten, een zware man die zich 's morgens vroeg in het hotel tussen de ontbijt-tafeltjes bewoog, in 1988³⁹ omschreven als “a bearlike man, the son of a Chicago taxi driver”. Een persoon die je niet snel vergeet, niet

1	1
2	2
3	3
4	4
5	5
6	6
7	7
8	8
9	9
10	10
11	11
12	12
13	13
14	14
15	15
16	16
17	17
18	18
19	19
20	20
21	21
22	22
23	23
24	24
25	25
26	26
27	27
28	28
29	29
30	30
31	31
32	32
33	33
34	34
35	35
36	36
37	37
38	38
39	39
40	40
41	41
42	42
43	43
44	44



Figuur 5.8 Beeld (reconstructie) van *Homo erectus*, Yogyakarta, Indonesië.

eens zozeer vanwege z'n uiterlijk, maar meer nog door z'n gedrag. Milford is gevoelsmatig te vergelijken met een “American Pitbull”, schijnbaar zonder vrees duikt hij discussies in. Hij lust er wel pap van. Een zaal vol mensen die het 100 jarige bestaan van *Homo erectus* vieren en Milford komt met een verhaal waarvan de gepubliceerde titel in 1994 luidt³⁸ “The case for Sinking *Homo erectus*. 100 Years of *Pithecanthropus* is Enough!”.

Voor Milford bestaat *Homo erectus* niet, volgens hem gaat het om de

soort waar wij toebehoren: *Homo sapiens*. In zijn ogen is onze soort dus heel oud. Tot nu toe houd ik bij Milford het gevoel “ruwe bolster, blanke pit”, ik denk met veel plezier terug aan onze ontmoetingen en discussies, maar ik ben het niet met hem eens. Voor mij blijft *Homo erectus* één van de best gedocumenteerde fossiele soorten. Vraag die overblijft is, welke fossielen behoren tot deze soort?

Op school leren we dat organismen tot dezelfde soort behoren wanneer ze zich onderling kunnen voortplanten. Vaak lijkt die vlieger op te gaan maar niet altijd. Zelfs de wereldberoemde Zweedse natuuronderzoeker Carl Linnaeus (1707 - 1778), die soorten classificeerde in zijn wereldberoemde *Systema Naturae* (1758), realiseerde zich later in zijn leven dat soorten niet gefixeerd waren. Hij bracht ordening aan in de wereld die door God was geschapen, daarin past het idee dat soorten onveranderlijk zijn.

Tot op de dag van vandaag gebruiken wij zijn binomiale naamsysteem. Soorten hebben een unieke dubbele naam, die bestaat uit een geslachtsnaam en een soortnaam. Zo hebben wij onze eigen soortnaam *Homo sapiens* te danken aan Linnaeus (1758). Desalniettemin observeerde Linnaeus dat verschillende plantensoorten konden kruisen en zo ontstonden er nieuwe vormen die op soorten leken.

Volgens Darwin ontstaan verschillende vormen van organismen geleidelijk uit elkaar volgens het proces van evolutie. Alhoewel de titel van zijn boek “*Over het ontstaan van soorten*” het niet zou doen vermoeden, kon Darwin niet altijd goed overweg met het begrip soort. Bij een geleidelijke overgang van de ene vorm in de andere, volgens het proces van een altijd aanwezige natuurlijke selectie, past geen begrip dat onveranderlijkheid zou kunnen suggereren. Hij merkt dan ook op in zijn wereldberoemde werk¹: “*The term species thus comes to be a mere useless abstraction, implying and assuming a separate act of creation.*” (“*De term soort wordt dus louter een nutteloze abstractie, een afzonderlijke scheppingsdaad suggererend en aannemend.*”).

Evolutie vindt altijd en overal plaats. De levende wereld om ons heen is niet gefixeerd maar continue in beweging, waarbij levensvormen overgaan in andere, divergeren in allerlei andere vormen of uitsterven. Ons leven is te kort om deze continue beweging te zien. Wij zien als het ware een stilstaand beeld, waardoor we makkelijk de indruk

krijgen dat levensvormen om ons heen bestaan uit vaste eenheden maar dit is niet het geval.

Variaties binnen een soort kunnen we vaak terugvoeren op geografische verschillen. Dat wil dus zeggen dat organismen van een zelfde soort uit verschillende gebieden niet altijd op elkaar lijken. Ondersoorten leveren ons een trinomiaal naamsysteem op, achter de soortnaam komt een derde naam die aangeeft met welke geografische vorm we te maken hebben.

Zo werden er op grond van uiterlijk drie ondersoorten herkend van de gorilla (*Gorilla gorilla*): de westelijke laaglandgorilla (*Gorilla gorilla gorilla*), de oostelijke laaglandgorilla (*Gorilla gorilla graueri*) en de berggorilla (*Gorilla gorilla beringei*)⁴⁷. Maar er is geen consensus over het aantal soorten en ondersoorten¹¹². Bij het herkennen van soorten en ondersoorten kunnen we tot verschillende resultaten komen, mede afhankelijk of we naar het uiterlijk of het erfelijk materiaal kijken. De grens tussen soort en ondersoort is niet altijd helder, een aspect dat Darwin al was opgevallen¹.

Het gegoochel met soort- en ondersoortnamen is niet beperkt tot nu nog levende organismen, maar speelt in beperkte mate ook een rol bij uitgestorven fossiele vormen, inclusief de mensachtigen. Het zal duidelijk zijn dat het begrip soort voor paleontologen en paleoantropologen een andere lading heeft dan voor biologen.

Voor eerstgenoemden zijn kruisingsexperimenten immers onmogelijk en dienovereenkomstig is men volledig afhankelijk van de vorm van het organisme. Paleontologen en paleoantropologen waarden vormverschillen in een naam. Cruciale punt is, welke kenmerken worden gebruikt bij de beoordeling en welk gewicht wordt er vervolgens aan gehangen. Met andere woorden, worden gevonden verschillen op soort- of op ondersoortniveau gewaardeerd. Spreken we van één soort, *Homo erectus*, met een aantal ondersoorten zoals: *Homo erectus erectus* en *Homo erectus soloensis* of gaat het om meerdere soorten zoals: *Homo erectus*, *Homo soloensis*, *Homo ergaster*, *Homo antecessor* en *Homo georgicus*?

Het is bij nu levende organismen dus niet altijd duidelijk of we met soorten of ondersoorten te maken hebben. Aangezien we in de paleoantropologie alleen kijken naar een deel of delen van een ooit levend organisme, zal het probleem van een eenduidige definitie van *Homo erectus* waarschijnlijk nooit worden opgelost.



Figuur 5.9 Schedel van *Homo erectus* (Sangiran 17) gevonden op Java. De enige *Homo erectus* schedel van Java (Indonesië) met een (groot deel van het) aangezicht. Typische kenmerken van *Homo erectus* zijn de robuuste wenkbrauwboog en het gehoekte achterhoofd met een duidelijke beenwal.

Het is duidelijk dat we te maken hebben met een grotere mensachtige met een relatief gezien groot brein, een volledig rechtopgaande gang en met een weinig vooruitstekend gezicht. Een vorm die afweek van de geslachten *Australopithecus* en *Paranthropus*. Grote kans dat het hierbij gaat om één soort, omdat fossielen aangetroffen in Afrika, China en Indonesië een aantal typische *Homo erectus* schedelkenmerken bezitten^{34, 41, 42, 43, 44}.

Waarschijnlijk behoren fossielen gevonden in Georgië en Europa ook tot deze soort^{45, 46}. Het is frappant dat oude mensachtige fossiele schedels afkomstig van ver uit elkaar gelegen gebieden; Oost Afrika (1,8 milj. jr.), Europa (800.000 jr.), Indonesië (800.000 jr.) en China (500.000 - 400.000 jr.) kenmerken gemeen hebben zoals een zware wenkbrauwboog boven de oogkassen en een gehoekt achterhoofd. Dat er daarnaast ook wat verschillen worden aangetroffen tussen de fossielen is niet verbazingwekkend gezien de afstanden en tijdsperiode waarmee we te maken hebben.

Concluderend kan gesteld worden dat de oermens, *Homo erectus*, een soort was met de volgende kenmerken.

- 1 Een grote lichaamslengte, waarschijnlijk zo'n 150 - 170 cm., mogelijk zelfs 180 cm.
- 2 Een volledig rechtopgaande gang (vergelijkbaar met dat van de huidige mens).
- 3 Een schedelinhoud die varieert tussen de 650 en 1400 ml.
- 4 Geen sterk vooruitstekend gezicht.
- 5 Een zware wenkbrauwboog en een (wat) gehoekt achterhoofd.

Deze combinatie van kenmerken onderscheidt *Homo erectus* van zijn voorgangers en tijdgenoten, de geslachten *Australopithecus* en *Paranthropus*.

Verspreiding over de wereld

Homo erectus is een oermenssoort die we tegenkomen in ver van elkaar gelegen gebieden: Afrika, Europa, China en Indonesië. Dit is voor primatebegrippen een exceptionele situatie, het gaat om een opvallend groot verspreidingsgebied. Geen nu levende primate-soort, behalve wijzelf, heeft zo'n wijde verspreiding op aarde⁴⁷.

Doorgaans gaat het om tropische gebieden, delen van Afrika, Madagaskar, Azië, Indonesië, Centraal- of Zuid-Amerika. Veel primaten eten hoofdzakelijk plantaardig voedsel en dit geldt zeker voor grotere apen en mensapen. Plantenetende primaten zijn over het algemeen genomen gebonden aan bepaalde gebieden, omdat ze vaak in specifieke (boomrijke) habitats leven. Dit verklaart waarschijnlijk voor een belangrijk deel waarom ze vaak in beperkte gebieden voorkomen. Bij *Homo erectus* had vlees zo'n groot aandeel in het menu dat deze oermens niet gezien moet worden als een herbivoor, maar eerder als een omnivoor. Een groot verspreidingsgebied past bij een grote vleesconsumptie.

Grote carnivoren lijken zich vaker te kunnen onttrekken aan de restricties van de omgeving. Fraai voorbeeld is de tijger, deze grote katten overleven in extreem verschillende milieus, ze komen voor in de Siberische sneeuw tot in de tropische regenwouden van Sumatra. Iedere omgeving lijkt te voldoen, zolang er maar voldoende voedsel rondloopt in de vorm van zoogdieren met enig volume. De niche van



Figuur 5.10 In vindplaatsen bij Atapuerca, Noord Spanje, zijn resten aangetroffen die waarschijnlijk tot *Homo erectus* kunnen worden gerekend (Gran Dolina, 800.000 jaar oud en Sima del Elefante, 1,2 tot 1,1 miljoen jaar oud⁹³).

de tijger, het eten van warmbloedige zoogdieren, voldoet dus in uiteenlopende habitats. Daarmee is de kans dus ook groot dat vleeseters een ruim verspreidingsgebied hebben. Het oorspronkelijk verspreidingsgebied van de wolf is enorm groot, het omvat Eurazië en Noord Amerika. Net als tijgers hebben wolven het vaak voorzien op grote grazers.

Oost Afrika is zo rijk aan grote zoogdieren, dat het zin heeft om *El-seviers gids van de Afrikaanse zoogdieren*⁴⁹ mee op reis te nemen. Dit is in ieder geval hetgeen ik deed toen ik in 1982 me voor het eerst buiten Europa begaf. En als je geïnteresseerd bent in allerlei beesten, wat is er dan spannender dan Kenia?

De gids stelde me in staat een Grants Gazelle en een Thomsons Gazelle of een Netgiraffe en een Masaigiraffe uit elkaar te houden. Jaren later, nu ik de gids met een andere blik doorblader, valt het me pas op hoe zeldzaam grote omnivoren zijn. Dat komt omdat ik me nu pas afvraag hoe het is om (in een natuurlijke situatie) een grote omnivoor te zijn, hetgeen *Homo erectus* geweest moet zijn.

In Afrika loopt een leger van grote grazers rond en er zijn aardig wat verschillende soorten grote vleeseters, maar grote alleseters kom je niet of nauwelijks tegen. Er zijn wereldwijd gezien twee bekende groepen van grote omnivoren: zwijnen en beren. Voor alle twee de groepen geldt dat niet alle soorten typische alleseters zijn. Wrattenzwijnen bijvoorbeeld, die ik nog wel eens tegenkwam in Kenia, zijn vooral graseters, hetgeen fraai is te zien aan hun gebit. Het is dus lastig om te zeggen of grote zoogdier omnivoren die regelmatig vlees eten, net als carnivoren, vaak een groot verspreidingsgebied hebben. Het ligt wel in de lijn der verwachting omdat je toch wat minder bent gebonden aan je omgeving (planten). In ieder geval hebben de bruine beer en het wild zwijn een groot verspreidingsgebied.

Als we kijken naar de overgang van het geslacht *Australopithecus* naar *Homo* dan hebben we dus te maken met een verschuiving van een leefwijze gebaseerd op plantaardig voedsel naar een leefwijze met een groot aandeel aan vlees. Een herbivoor ingestelde *Australopithecus* moet zich hebben ontwikkeld tot een omnivoor ingestelde *Homo erectus*. Hier past een vergroting van het verspreidingsgebied bij. Fossielen van *Australopithecus* en *Paranthropus* komen we enkel tegen in Afrika of mogelijk niet ver daarbuiten. Het is geen toeval dat



Figuur 5.11 Savanne, Kenia.

we vanaf zo'n 1,8 miljoen jaar geleden voor het eerst, mensachtige fossielen, die van *Homo erectus*, ver buiten Afrika tegenkomen.

Populatiedichtheid

Indien *Homo erectus* inderdaad veel vlees heeft gegeten dan zou dit mogelijk ook te zien kunnen zijn aan de populatiedichtheid van deze soort. In een gegeven ecosysteem zijn vleeseters namelijk veel zeldzamer dan planteneters. Dit is logisch want de eerstgenoemde groep is afhankelijk van de laatstgenoemde.

Wanneer je rondreist in Kenia kom je massa's gnoes en zebra's tegen, maar om leeuwen te zien moet je harder je best doen of geluk hebben. De kans dat de beenderen van herbivoren worden teruggevonden als fossiel zijn dus groter dan die van carnivoren.

Dat is ook hetgeen we ervaren bij het vissen naar zoogdierfossielen in de Noordzee. Massa's botten van mammoeten, bizonen en paarden worden er jaarlijks opgevist zonder dat deze in het nieuws verschijnen, maar vraatsporen van een hyena halen het NOS journaal (28 augustus 2007). De botten van vleeseters zijn dus, door de bank genomen, zeldzamer dan die van planteneters. Dit is over het algemeen genomen hetgeen paleontologen wereldwijd zien, maar is geen regel.

Preparateur Reinier van Zelst, van Naturalis te Leiden, is al jaren lang bezig met het prepareren en catalogiseren van fossielen en deze worden vervolgens door hem in een grote database ingevoerd.

Ik zag een kans om iets meer te weten te komen over het voorko-

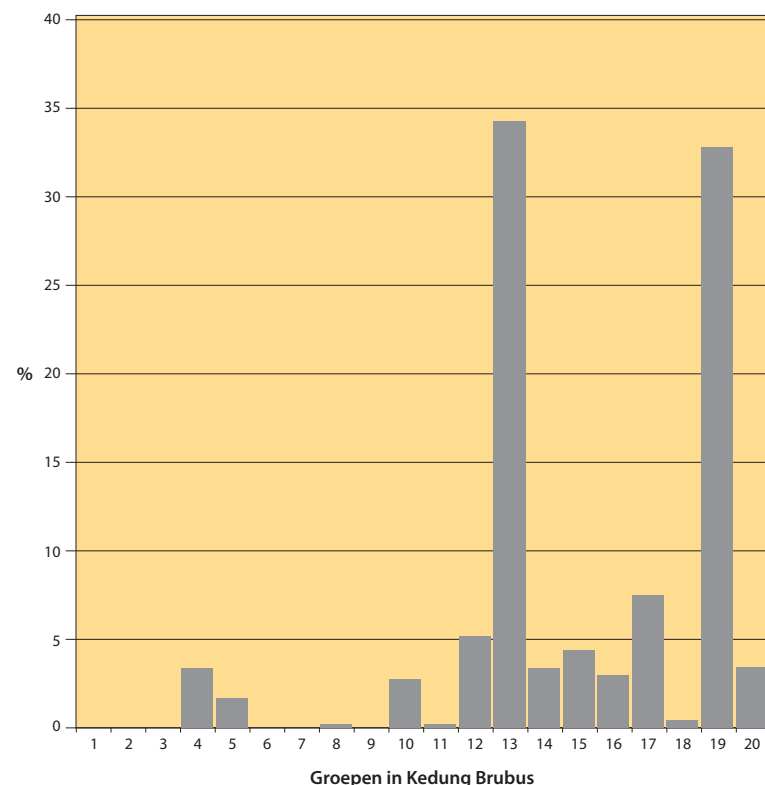
men van *Homo erectus* op Java. Er zijn niet veel grote oude vindplaatsen waarin men, naast het verzamelen van mensachtige fossielen, ook systematisch de resten van de overige (grote) dieren heeft verzameld. Naturalis bewaart de resten uit twee bekende *Homo erectus* vindplaatsen, Kedung Brubus en Trinil, waar dit wel is gebeurd.

Dubois was namelijk geen typische "skull hunter" maar verzamelde aan het eind van de 20^e eeuw systematisch de fossielen die hij tegenkwam. Zo'n honderd jaar later is Reinier dus bezig complete botten en fragmenten, verzameld door Dubois, in de computer in te voeren. Dit gaf mij de mogelijkheid te gaan rekenen om er achter te komen hoe zeldzaam *Homo erectus* eigenlijk is geweest in Javaanse fauna's.

Trinil is zo'n 900.000 jaar oud, Kedung Brubus is jonger, zo'n 800.000 tot 700.000 jaar oud⁵⁰. In 2002 waren er van de vindplaats Trinil 3866 geregistreerde fossielen, van de vindplaats Kedung Brubus waren dat er 865. Deze getallen moeten met voorzichtigheid worden bekeken aangezien de methode van verzamelen niet goed bekend is en niet alle fossielen zijn geregistreerd.

Desalniettemin denk ik dat ze een goede globale indicatie geven van het voorkomen van soorten. Dat wil zeggen of een soort wel of niet zeldzaam is geweest. Het aantal fossielen van *Homo erectus* in Trinil is 9 (dat is 0,23%), in Kedung Brubus is dat er 1 (dat is 0,12%). Er is nog een derde grote Javaanse vindplaats waarvan helaas veel verloren is gegaan gedurende de 2^e wereldoorlog. Ngandong is de rijkste Javaanse vindplaats geweest met *Homo erectus* fossielen. De ouderdom van Ngandong is niet duidelijk, mogelijk is deze vindplaats niet zo oud, zo'n 200.000 jaar. Het totaal aantal geregistreerde fossielen van Ngandong was 23 553⁵¹. In Ngandong zijn 13 fossielen van *Homo erectus* gevonden, dat is 0,06%. Tweederde van deze immense fossielcollectie bestond uit de resten van herten en runderen⁵², herbivoren dus.

De vindplaatsen Trinil en Kedung Brubus worden ook gedomineerd door de resten van herbivoren; het aantal resten van grote carnivoren is laag, respectievelijk 0,34% en 2,54%. Het zeldzame voorkomen van *Homo erectus* in deze oude Javaanse fauna's is dus vergelijkbaar met dat van vleeseters zoals tijgers en hyena's. Verschillende diersoorten laten niet evenveel resten achter en kleine



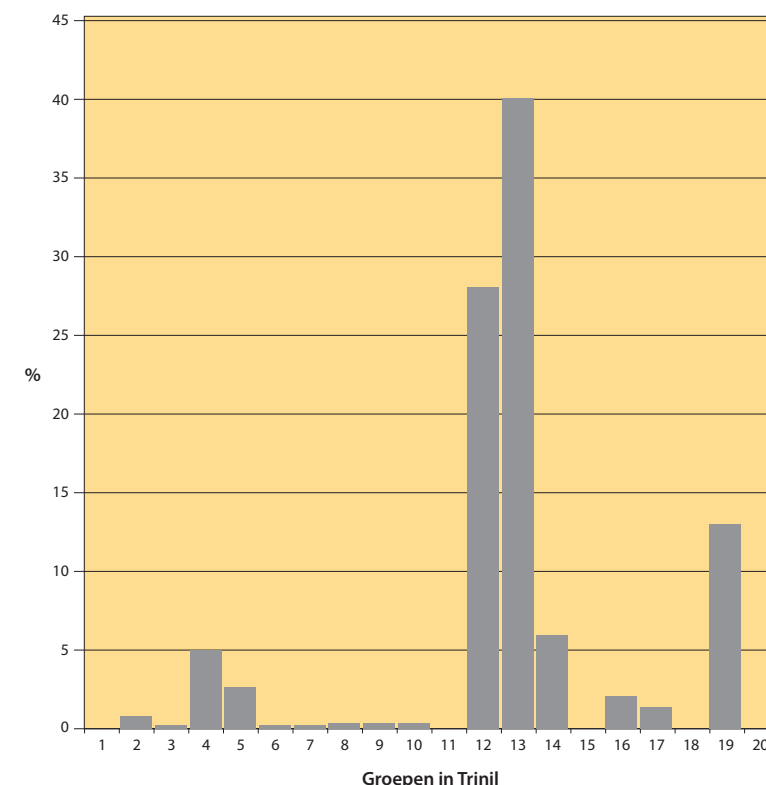
Figuur 5.12 Relatief aantal fossielen in de vindplaats Kedung Brubus, Indonesië (absoluut aantal = 865).

- | | |
|---|------------------------------------|
| 1 = Kraakbeenvissen | 11 = Kleine roofdieren |
| 2 = Beervisachtigen | 12 = Herten |
| 3 = Schubreptielen (hagedissen / slangen) | 13 = Grote holhoornigen (runderen) |
| 4 = Schildpadden | 14 = Kleine holhoornigen |
| 5 = Krokodillen | 15 = Nijlpaarden |
| 6 = Vogels | 16 = Zwijnen |
| 7 = Knaagdieren | 17 = Neushoorns |
| 8 = Mensachtigen (<i>Homo erectus</i>) | 18 = Tapirs |
| 9 = Apen Oude Wereld | 19 = Olifantachtigen |
| 10 = Grote roofdieren | 20 = Schubdierachtigen |

botjes maken vaak minder kans om later teruggevonden te worden dan grote botten, daarom wordt het “lukraak” tellen van skeletelementen niet altijd gezien als de meest ideale manier om er achter te komen hoe de verhoudingen liggen in een uitgestorven fauna.

Daar heeft men iets op proberen te bedenken, het MAI, hetgeen staat voor het **Minimum Aantal Individuen**¹¹⁴. Door botten en grote fragmenten op naam te brengen en te vermelden of een bot van de linker ofwel de rechterkant afkomstig is, kun je er achter komen hoe-

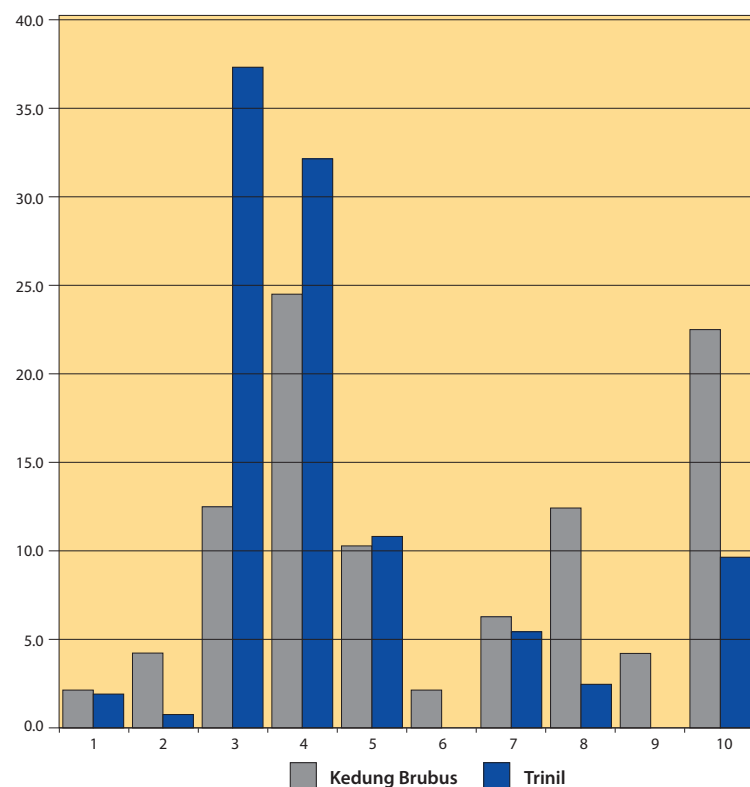
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44



Figuur 5.13 Relatief aantal fossielen in de vindplaats Trinil, Indonesië (absoluut aantal = 3866).

- | | |
|---|------------------------------------|
| 1 = Kraakbeenvissen | 11 = Kleine roofdieren |
| 2 = Beervisachtigen | 12 = Herten |
| 3 = Schubreptielen (hagedissen / slangen) | 13 = Grote holhoornigen (runderen) |
| 4 = Schildpadden | 14 = Kleine holhoornigen |
| 5 = Krokodillen | 15 = Nijlpaarden |
| 6 = Vogels | 16 = Zwijnen |
| 7 = Knaagdieren | 17 = Neushoorns |
| 8 = Mensachtigen (<i>Homo erectus</i>) | 18 = Tapirs |
| 9 = Apen Oude Wereld | 19 = Olifantachtigen |
| 10 = Grote roofdieren | 20 = Schubdierachtigen |

veel individuen er minimaal hebben bijgedragen voor de totstandkoming van een bottencollectie. Doordat alles systematisch in de computer was verwerkt en bovendien was ingevoerd waar een bepaald skeletelement vandaan kwam in het lichaam, was ik in staat voor Trinil en Kedung Brubus het MAI te berekenen. Zoals figuur 5.14 laat zien is het voorkomen van *Homo erectus*, ook wat betreft het MAI, vergelijkbaar met dat van het voorkomen van grote roofdieren.



Figuur 5.14 Relatief Minimum Aantal Individuen (MAI in %) van grotere zoogdieren in de vindplaatsen Kedung Brubus (absoluut MAI = 49) en Trinil (absoluut MAI = 168), beide van Indonesië.

- | | |
|--|----------------------|
| 1 = Mensachtigen (<i>Homo erectus</i>) | 6 = Nijlpaarden |
| 2 = Grote roofdieren | 7 = Zwijnen |
| 3 = Herten | 8 = Neushoorns |
| 4 = Grote holhoornigen | 9 = Tapirs |
| 5 = Kleine holhoornigen | 10 = Olifantachtigen |

Als *Homo erectus* meer vlees heeft gegeten dan zijn voorgangers en tijdgenoten van de meer plantenetende geslachten *Australopithecus* en *Paranthropus*, dan zou je kunnen verwachten dat eerstgenoemde zeldzamer is geweest dan leden van de twee laatstgenoemde geslachten.

Zoals vermeld zijn er helaas niet veel opgravingen bekend (gepubliceerd) waar “alles” systematisch is verzameld, zodat het voorkomen van mensachtigen vergeleken kan worden met dat van de rest van de fauna. Gelukkig zijn er naast de Javaanse vindplaatsen twee sites bekend in Zuid-Afrika waar dit wel het geval is⁵³.

Tabel 5.1 MAI van zoogdieren uit de Zuidafrikaanse vindplaatsen Sterkfontijn (ST) en Swartkrans (SK)⁵³

Groepen	MAI			MAI %		
	ST-4	SK-1	SK-2	ST-4	SK-1	SK-2
<i>Australopithecus</i>	45	0	0	13.6	0.0	0.0
<i>Paranthropus</i>	0	85	0	0.0	27.2	0.0
<i>Homo</i>	0	3	1	0.0	1.0	0.4
Apen	198	89	8	59.8	28.5	3.2
Roofdieren	17	37	17	5.1	11.9	6.7
Roofdieren klein	0	2	4	0.0	0.6	1.6
Evenhoevigen	43	55	160	13.0	17.6	63.2
Varkens	2	7	4	0.6	2.2	1.6
Onevenhoevigen	7	7	13	2.1	2.2	5.1
Olifantachtigen	1	0	0	0.3	0.0	0.0
Klipdasachtigen	13	24	37	3.9	7.7	14.6
Knaagdieren	5	3	5	1.5	1.0	2.0
Haasachtigen	0	0	4	0.0	0.0	1.6
Totaal	331	312	253	100.0	100.0	100.0

In Sterkfontijn is een rijke laag (ST-4) en in Kromdraai zijn er twee rijke lagen (SK-1 en SK-2) waar mensachtigen zijn aangetroffen. Zoals tabel 5.1 laat zien, zijn *Australopithecus* en *Paranthropus* niet zeldzaam, met respectievelijke MAI waarden van 45 (ST-4) en 85 (SK-1). Deze waarden zijn vergelijkbaar met die van planteneters zoals evenhoevigen. Dit bevestigt het beeld dat eerder werd geschetst op grond van anatomische aanwijzingen dat *Australopithecus* en *Paranthropus* met name plantenetende niches hebben vervuld. Het geslacht *Homo* is daarentegen veel zeldzamer, met MAI waarden van 3 (SK-1) en 1 (SK-2).

Alhoewel de aanwijzingen mager zijn (drie beperkt gedocumenteerde fossiele assemblages uit Indonesië en drie uit Zuid Afrika), blijft het een intrigerende observatie dat een primate met zo'n enorm groot verspreidingsgebied dat Afrika en delen van Azië en Europa omvat, zo zeldzaam is geweest in leefgemeenschappen. Dit is een aanwijzing dat *Homo erectus* een serieuze vleeseter is geweest.

Vleesetende niche

Als een dier zijn levenswijze voor een belangrijk deel verschuift van een plantenetende naar een vleesetende rol, dan kun je veranderingen verwachten op het vlak van⁶¹:

- A Het verkrijgen van voedsel.
- B Het verwerken van voedsel.
- C De positie in het voedselweb.

Carnivoren hebben andere vaardigheden nodig dan herbivoren. Gras loopt niet weg en vecht niet terug. De cellen van planten bezitten, in tegenstelling tot dierlijke cellen, een celwand met cellulose, waardoor plantaardig materiaal lastiger is te verteren. Een koe bezit het gereedschap om met dit probleem om te gaan in de vorm van plooi-kiezen die het gras fijnmalen en een grote buik waar een lang darmkanaal in past. In een ecosysteem is de biomassa van de herbivoren groter dan die van de carnivoren, logisch want vleeseters zijn voor hun voedsel afhankelijk van planteneters.

De aanwijzingen voor een vleesetende rol van *Homo erectus* zijn op zich niet altijd even sterk, maar de hoeveelheid indicaties vormen een krachtig argument voor deze rol. Laat ik de aspecten (aanpassingen en consequenties) die we in verband kunnen brengen met een hoge vleesconsumptie op een rijtje zetten:

A Het verkrijgen van voedsel

- Rechtop lopen met lange gestrekte benen voor duurloop.
- Sterk sociaal gedrag, hetgeen jachtsucces kan hebben vergroot.

B Voedselverwerking

- De combinatie van een groot lichaam en herseninhoud met kleine kiezen.
- Slijtage van de gebitselementen, hetgeen vergelijkbaar is met carnivoren.
- Een tonvormige borstkas, een indicatie voor een korter darmstelsel.
- Hoge inname van vitamine A als gevolg van het eten van dieren (lever).
- Het verschijnen van de vuistbijl, welke bruikbaar is voor het bewerken van karkassen.

C Ecologie

- Grote verspreiding over de wereld, vleeseters hebben vaak een ruim verspreidingsgebied.
- Lage populatiedichtheid; carnivoren zijn zeldzamer dan herbivoren.

Met een brein dat qua grootte in ligt tussen dat van een chimpansee en een mens is het moeilijk voor te stellen hoe *Homo erectus* qua gedrag heeft gefunctioneerd. Wat ik wel weet is dat *Homo erectus*, anders dan zijn voorgangers en tijdgenoten, als omnivoor, een vleesetende niche vervulde en, zoals we in het volgende hoofdstuk zullen zien, waren de uiteindelijke consequenties dramatisch.



Figuur 5.15 Skelet mammoet in tentoonstellingsruimte van Naturalis, Leiden, Nederland.



Figuur 5.16 Mens met van achteren een behoorlijk lang aanhangsel, is hier sprake van een echte staart? (© Naturalis)

1	1
2	2
3	3
4	4
5	5
6	6
7	7
8	8
9	9
10	10
11	11
12	12
13	13
14	14
15	15
16	16
17	17
18	18
19	19
20	20
21	21
22	22
23	23
24	24
25	25
26	26
27	27
28	28
29	29
30	30
31	31
32	32
33	33
34	34
35	35
36	36
37	37
38	38
39	39
40	40
41	41
42	42
43	43
44	44

6 Een sexy brein kan zo gevaarlijk zijn

Hersenvergroting - Status, taal & seks - De creatieve explosie - Het uitsterven van soorten - Javamens geen voorouder van Aborigines - Het lot van de Neanderthalers

Hersenvergroting

Homo erectus is een lange tijd een succesvolle soort geweest en leefde ongeveer tussen de 2 miljoen en 200.000 jaar geleden. Deze soort heeft zo'n anderhalf miljoen jaar lang of langer bestaan. Onze soort, *Homo sapiens*, is zo'n 200.000 jaar geleden ontstaan, we moeten het dus nog aardig wat jaartjes volhouden, voordat we *Homo erectus* in dit opzicht kunnen evenaren.

Homo erectus is in Afrika ontstaan en verschijnt rond de 1 miljoen jaar geleden in Indonesië en Europa^{93, 95}. Deze soort ontwikkelde zich in de loop van de tijd tot verschillende ondersoorten en soorten. Allemaal vormen die beschouwd kunnen worden als variaties op het thema *Homo erectus*, een grotere mensachtige die volledig rechtop liep met lange gestrekte benen en een ruim hersenvolume bezat. Overal in de wereld zien we bij *Homo erectus* een trend van hersenvergroting die zich doorzet in latere vormen.

Het hersenvolume kan enorm variëren binnen een soort en is mede afhankelijk van de grootte van het individu. Zo varieert het hersenvolume bij ons globaal tussen de 1100 en 1800 ml en dan heb ik het over een relatief gezien kort tijdsbestek, want zo oud is onze soort niet. In die zin wekt het geen echte verwondering dat het hersenvolume van *Homo erectus* enorm varieert, globaal tussen de 650 en 1400 ml. De variatie binnen een bepaald gebied, in een bepaald tijdsbestek, is kleiner geweest.

Vroege *Homo erectus* populaties die leefden tussen de 1,9 en 1,6 miljoen jaar geleden, zoals die in Afrika en Georgië, hebben een hersenvolume dat globaal varieert tussen de 650 en 850 ml. Dit is maar iets groter dan dat van veel leden van de geslachten *Australopithecus* en *Paranthropus* en dat van de huidige boomlevende grote mensapen. Bij veel aapmenssoorten en nu levende mensapen zoals bonobo's, chimpansees, gorilla's en orang-oetans varieert het hersenvolume in de buurt van de halve liter. Late *Homo erectus* populaties die ongeveer leefden tussen de 400.000 en 200.000 jaar ge-



Figuur 6.1 Het hersenvolume van grote mensapen varieert globaal in de buurt van de halve liter.



Figuur 6.2 Het hersenvolume van aapmensen (*Australopithecus* en *Paranthropus*) varieert globaal vaak rond de halve liter. Bij *Australopithecus habilis* en *Australopithecus rudolfensis* komen we grotere hersenvolumes tegen (zie tabel 6.1).



Figuur 6.3 Het hersenvolume van de oermens *Homo erectus* varieert ruim rond de liter (globaal tussen de 650 en 1400 ml.) Vroege populaties van *Homo erectus* hadden een kleiner hersenvolume dan late populaties. Bij deze soort zien we in de loop van de tijd een duidelijke trend van hersenvergroting.



Figuur 6.4 Het hersenvolume van de mens *Homo sapiens* varieert ruim rond de anderhalve liter (globaal schommelt deze tussen de 1100 en 1800 ml.).

leden, zoals die van China (*Homo erectus pekinensis*) en Java (*Homo erectus soloensis*) laten een aanzienlijk groter volume zien. Bij deze vormen varieert het hersenvolume globaal tussen de 900 en 1400 ml. Er is dus de afgelopen 2 miljoen jaar binnen het geslacht *Homo* een selectie geweest op vergroting van het hersenvolume. Hersenvergroting op zich is niet nieuw.

Net als meercelligheid en vergroting van het lichaam is de uitbreiding van het centrale zenuwstelsel een trend die we kunnen waarnemen in de evolutionaire geschiedenis van het leven. Zo hebben bijvoorbeeld warmbloedige zoogdieren, die later in de evolutionaire historie ten tonele verschenen dan reptielen, een groter brein dan laatstgenoemde koudbloedigen. Dit betekent niet dat hersenvergroting automatisch altijd optreedt. Vandaag de dag zijn er vele eencellige, kleine organismen en dieren met een eenvoudig zenuwstelsel die net zo goed overleven. Net als meercelligheid en groot zijn, kan een groot centraal zenuwstelsel voordelig zijn in de strijd om het bestaan, omdat je dan in staat bent meer informatie te verwerken. Maar er hangt een behoorlijk prijskaartje aan, vandaar dat het lang niet altijd optreedt.

Onderhoud van het centrale zenuwstelsel kost veel energie. Zo’n 18% van onze energiehuishouding gaat naar de hersenen⁷. Als de baten niet opwegen tegen de kosten, zal hersenvergroting niet optreden. Hersenvergroting is dus geen typische menstrend, maar vindt al vele miljoenen jaren lang plaats, ook lang voordat de mensachtigen ten tonele verschenen. Wel is het zo dat mensen relatief gezien een opvallend groot brein bezitten en op dit moment wat dat betreft de kroon spannen.

Het is niet zo dat hoe groter het brein, des te intelligenter een soort is. Grotere dieren hebben meer hersenmassa nodig dan kleinere dieren om het grote lichaam te kunnen besturen, dit betekent niet perse dat ze slimmer zijn. Het gaat om de relatieve hoeveelheid hersenmassa, maar ook dit ligt weer wat ingewikkelder.

Het is zelfs binnen een soort niet duidelijk dat meer hersenmassa betekent, dat een individu pienterder is dan een ander die het met een wat minder volumineus brein moeten doen. In de 19^e eeuw gingen wetenschappers, die zich bezig hielden met schedelmetingen er toe over het brein van collega’s na hun overlijden te wegen⁵⁷. Zo kwam de wereldberoemde Franse paleontoloog Georges Cuvier (1769 - 1832) er met een hersengewicht van 1830 gram goed vanaf, verge-

Tabel 6.1 Hersenvolume (ml) Mensachtigen (gebaseerd op 20)

Soort / Ondersoort	N	Min.	Gem.	Max.	Ouderdom
Afrika					
<i>Australopithecus afarensis</i>	5	387	446	550	3 - 3,2 milj. jr.
<i>Australopithecus africanus</i>	9	400	461	560	3,1 - 2,5 milj. jr.
<i>Australopithecus habilis</i>	6	509	609	687	1,9 - 1,5 milj. jr.
<i>Australopithecus rudolfensis</i>	2	752	789	825	1,9 milj. jr.
<i>Paranthropus aethiopicus</i>	4	400	432	490	2,5 - 1,7 milj. jr.
<i>Paranthropus bosei</i>	6	475	508	545	1,9 - 1,4 milj. jr.
<i>Paranthropus robustus</i>	3	450	493	530	1,5 milj. jr.
<i>Homo erectus ergaster</i>	3	750	801	848	1,9 - 1,6 milj. jr.
<i>Homo erectus africanus</i>	4	727	922	1067	1,5 - 0,6 milj. jr.
<i>Homo (heidelbergensis) rhodesiensis</i>	3	1225	1267	1325	600 000-200 000 jr.
<i>Homo sapiens</i>	5	1367	1462	1550	195 000-70 000 jr.
Midden Oosten / Georgië					
<i>Homo erectus georgicus</i>	2	650	715	780	1,7 milj. jr.
<i>Homo neanderthalensis</i>	4	1271	1540	1740	110 000-41 000 jr.
<i>Homo sapiens</i>	7	1280	1499	1590	100 000-90 000 jr.
Indonesië (Java)					
<i>Homo erectus erectus</i>	10	813	949	1059	0,9 - 0,7 milj. jr.
<i>Homo erectus soloensis</i>	6	1013	1149	1251	200 000 jr.
<i>Homo sapiens</i>	1	—	1633	—	7000 jr.
China / Japan					
<i>Homo erectus</i>	1	—	780	—	700 000 jr.
<i>Homo erectus pekinensis</i>	7	915	1114	1390	412 000-280 000 jr.
<i>Homo (heidelbergensis) sp.</i>	1	—	1120	—	209 000 jr.
<i>Homo sapiens</i>	8	1090	1336	1500	130 000-18 000 jr.
Europa					
<i>Homo erectus europaeus</i>	1	—	1165	—	800 000 jr.
<i>Homo heidelbergensis</i>	9	1125	1247	1450	400 000-210 000 jr.
<i>Homo neanderthalensis</i>	17	1172	1371	1640	130 000-40 000 jr.
<i>Homo sapiens</i>	41	1222	1480	1775	37 000-20 000 jr.

Opmerking
Hersenvolume *Homo sapiens* in Indonesië (Wajak in cc.) uit⁵⁵, datering uit⁵⁶.

leken met het gemiddelde van Europeanen, dat zo rond de 1300 tot 1400 gram lag. Maar de Duitse arts Franz Josef Gall (1758 - 1828), één van de oprichters van frenologie, de “wetenschap” die zich bezighield met het beoordelen van verschillende mentale bekwaam-

heden door de grootte van bepaalde hersengebieden te beschouwen, kwam tot slechts 1198 gram⁵⁷.

Het is niet zo dat slimme mensen automatisch een groter brein hebben dan mensen die wat minder bijdehand zijn. Er is een globale relatie tussen de hoeveelheid hersenweefsel en intelligentie, maar het komt niet aan op een paar ml. De hoeveelheid hersenmassa is gemakkelijk te bepalen, intelligentie niet.

Apen op zich zijn volumineus wat betreft hun hersenvolume, mensen bezitten in dit opzicht een kolossale hersenpan. Een chimpansee en een gorilla zijn met hun hersenvolume van zo'n halve liter al enorm intelligent, waarom heeft er binnen het geslacht *Homo* dan zo'n enorme vergroting van het brein plaats gevonden?

In eerste instantie is dit te verklaren door natuurlijke selectie. Naast het eten van plantaardig voedsel at *Homo erectus* ook veel vlees. Deze oermens bezette hierdoor veel verschillende ecologische niches. Dit betekent dat er veel informatie opgeslagen en verwerkt moest worden. Niet alleen informatie over waar en wanneer bepaalde wortels opgegraven konden worden, vruchten rijp waren en welken planten beter niet gegeten konden worden, maar ook over het gedrag van allerlei soorten dieren.

Kennis omtrent de verschillende verdedigingstactieken van dieren en migratieroutes zijn waarschijnlijk van levensbelang geweest. Verschillende prooien vragen diverse jachttechnieken. De hoeveelheid informatie, die onthouden en verwerkt moest worden en vervolgens doorgegeven aan het volgende geslacht, moet bij deze oermens groter geweest zijn dan bij leden van de geslachten *Australopithecus* en *Paranthropus*. Degenen die hier het best toe in staat waren, waren in het voordeel ten opzichte van degenen die dit slechter konden en zo ontstond er een selectie op vergroting van het brein.

Vanaf het ontstaan van *Homo erectus* zien we dan ook binnen het geslacht *Homo* een wapenwedloop wat betreft de vergroting van de hersenen. Vormen zoals *Homo heidelbergensis*, *Homo neanderthalensis* en de soort waar wij toe behoren, *Homo sapiens*, zijn latere voortzettingen van *Homo erectus*. Grote mensachtigen met een serieuze vleesetende niche. Dienovereenkomstig hadden verschillende leden van het geslacht *Homo* dan ook een groot verspreidingsgebied.

1 1
2 2
3 3
4 4
5 5
6 6
7 7
8 8
9 9
10 10
11 11
12 12
13 13
14 14
15 15
16 16
17 17
18 18
19 19
20 20
21 21
22 22
23 23
24 24
25 25
26 26
27 27
28 28
29 29
30 30
31 31
32 32
33 33
34 34
35 35
36 36
37 37
38 38
39 39
40 40
41 41
42 42
43 43
44 44

Het grootste hersenvolume zien we uiteindelijk bij de laatste vormen, de bekendste oermens, de Neanderthaler (*Homo neanderthalensis*) en de mens (*Homo sapiens*). Met een brein dat driemaal zo groot is als dat van een chimpansee, zijn mensen in staat een indrukwekkende hoeveelheid informatie op te slaan en te verwerken. Mensen zijn in staat, zelfs in hun jeugd, uren lang, jaar in jaar uit stil op een stoel te zitten om allerlei zaken te leren zoals wiskunde, talen en aardrijkskunde. De creativiteit die mensen tentoonspreiden bij het maken van kunst, lijken natuurlijke selectie te ontstijgen. Er moet nog een factor zijn geweest die verantwoordelijk is voor ons opgeblazen brein. Naast natuurlijke selectie moet ook seksuele selectie een rol hebben gespeeld bij de vergroting van de hersenen.

Status, taal & seks

Bij veel primaten, inclusief de mens, speelt macht gedurende het leven een zeer belangrijke rol¹¹. Zoals de Amerikaanse diplomaat en minister Henry Kissinger ooit opmerkte: “*power is the ultimate aphrodisiac*” (“*macht is het grootste afrodisiacum*”) en gelet op zijn status, hij kan het weten.

Dit is geen aspect dat typisch bij de westerse samenleving hoort, maar is volgens mij een algemeen geldend principe. Jagers-verzamelaars lijken misschien in een samenleving te leven waar status geen belangrijke rol speelt, maar dit is niet zo. Bij de Ache, jagers-verzamelaars uit Zuid-Amerika, hebben de beste jagers meer buitenechtelijke affaires en meer kinderen dan minder goede jagers⁵⁸. Over het algemeen is te stellen dat de beste jagers de beste toegang hebben tot hulpbronnen en seks, hun kinderen hebben de beste kansen om te overleven.

Vaardigheid kan aanzien opleveren en een hoge status geeft aan dat het DNA in deze verpakking toch wel erg aantrekkelijk is. En dit gaat niet onopgemerkt aan vrouwen voorbij. Of ze het nu toegeven of niet, vrouwen gaan bewust of onbewust voor mannen met een zo hoog mogelijke status. Ze moeten wel, anders dan mannen kunnen vrouwen geen eindeloze hoeveelheid kinderen krijgen. Ieder kind is voor een vrouw een enorm belangrijke investering.

Jarenlange selectie heeft er voor gezorgd dat vrouwen voor kwaliteit gaan. Het gaat niet zozeer om veel mannen maar eerder om de juiste man, “*Mr. Right*”, alhoewel een aantal vrouwen daar ongetwijfeld aan toe zal voegen: “*Mr. Right Now*”.

Logisch dus dat mannen veel energie steken in het bereiken van een hogere status om zo bewust of onbewust hun aantrekkelijkheid te vergroten. Mannen zijn dan ook een groot deel van hun leven ver- wikkeld in competitie om status. Het is echter vaak geen brute kracht die ze hoger op de sociale ladder brengen, maar samenwer- king. Interessant genoeg lijkt dit niet alleen te gelden voor mensen maar voor apen en mensapen in het algemeen^{7, 111}, door allianties te vormen kunnen individuen hogerop komen. Zowel bij chimpansees en menselijke samenlevingen is het hoofddoel van vriendschap, van- uit een evolutionair gezichtspunt, waarschijnlijk “status assisten- tie”⁵⁸. Netwerken doen we al miljoenen jaren. Het gaat niet alleen om kennis maar ook om kennissen.

Wat heb je nodig om het spel goed te spelen? Hersens. Chimpansees zijn breinige wezens met ingewikkelde sociale interacties⁵⁹. Het ge- sproken woord opent voor mensen een duizelingwekkende hoeveel- heid mogelijkheden wat betreft sociale interacties. Om creatief om te kunnen gaan met hele, halve en onwaarheden moeten mensen slim zijn. Met andere woorden, een besturingssysteem dat veel in- formatie kan bevatten en combineren helpt bij het verkrijgen van een hoge status.

Grote hersenen, informatieuitwisseling door taal, competitie om status en seksuele selectie zijn geen losstaande aspecten. Taal is een belangrijk middel om informatie op te nemen, door te geven, sociale posities in de gaten te houden, status te tonen of te suggereren en el- kaar te beïnvloeden. Het grote intelligente brein is niet alleen ont- staan door natuurlijke selectie maar ook onder druk van onderlinge competitie om in de smaak te vallen bij het andere geslacht.

Ons grote brein is zoiets als de fraaie staart van een mannelijke pauw. Met onze hersenen kunnen wij veel meer dan louter overleven in een natuurlijke setting. Er lijkt sprake te zijn van overcapaciteit. Kunst, wetenschap, fraaie gebouwen, dure auto's, veel geld en het aangaan van de juiste allianties, het helpt allemaal voor het berei- ken van een hogere status. Mensen laten maar wat graag zien dat ze zich hebben ontworsteld aan de aardse beslommeringen. Net als een kleurrijke staart is het jezelf omringen met kunst, wetenschap en rijkdom een vet reclamebord dat gilt “dit DNA moet je hebben”. Geld maakt niet gegarandeerd gelukkig, maar het helpt wel een ho- gere status te krijgen en daar wordt men doorgaans gelukkiger van.

1 1
2 2
3 3
4 4
5 5
6 6
7 7
8 8
9 9
10 10
11 11
12 12
13 13
14 14
15 15
16 16
17 17
18 18
19 19
20 20
21 21
22 22
23 23
24 24
25 25
26 26
27 27
28 28
29 29
30 30
31 31
32 32
33 33
34 34
35 35
36 36
37 37
38 38
39 39
40 40
41 41
42 42
43 43
44 44

Waarom is een sterk vergroot brein en een gesproken taal bij ons tot ontwikkeling gekomen en niet bij onze nog levende naaste verwan- ten? Het gedeeltelijk bezetten van een vleesetende niche, zoals we dat kunnen constateren bij *Homo erectus*, heeft een selectie teweeg ge- bracht waarbij slimme sociaal actieve individuen in het voordeel wa- ren. Zij waren het best in staat het juiste gereedschap te vervaardi- gen (Acheuleen) en samen te werken voor een succesvolle jacht.

Intelligentie moet al ingezet zijn bij aapmensen bij de competitie om seks, zoals dat nu vandaag de dag gebeurt bij mensapen en apen en dit zal niet gestopt zijn bij *Homo erectus*. De sociaal actieve indi- viduen waren degenen met het meeste aanzien, de hoogste status en dus het meest attractief. Zij lieten het meeste nageslacht achter. Er was een spiraal in werking getreden, een wapenwedloop, waarbij so- ciale intelligentie tot de meeste nakomelingen leidde.

Dit proces is vergelijkbaar met hoe structuren zoals de gekleurde staart van het guppy of de horens van een impala moeten zijn ont- staan. Waardering van het tegenovergestelde geslacht en/of het over- winnen van tegenstanders heeft geleid tot overdreven uitgegroeide uitwassen, zoals de pauwenstaart, het hertengewei, de mannelijke baard, grote halfronde vrouwenborsten en het menselijk brein.

Lang niet alle vogels hebben zoiets fraais als een pauwenstaart, een ree moet het met een veel kleiner geweitje doen dan het edelhert, go- rilla's en chimpansees zijn niet zo slim als wij.

Specifieke antwoorden om deze verschillen te verklaren zijn moei- lijk te geven, omdat meerdere factoren verantwoordelijk zijn voor het uiterlijk of het gedrag van een dier maar het algemene antwoord is niet ingewikkeld.

Structuren die worden ingezet bij de competitie om seks kunnen niet altijd uitgroeien of enorme proporties aannemen, omdat na- tuurlijke selectie dit “niet toestaat”. Ook al zou een pauwenvrouw het liefst een nog kleurrijkere en grotere staart zien, er is een moment dat de mannelijke pauw het niet meer trekt, er is meer in het leven dan vrouwen alleen. Dieren die pauwen op het menu hebben staan zijn op een gegeven ogenblik de beperkende factor voor het nog ver- der uitgroeien van de staart.

Het menselijk brein en uitgebreide sociale interacties vragen veel energierijke voeding en tijd. De shift naar een carnivore niche gaf het geslacht *Homo* de mogelijkheid sociale intelligentie ruim in te zetten



Figuur 6.5 Mannelijke impala, samen met zijn hoornloze vrouwen, Kenia.

bij de strijd om seks. De grootte van het brein werd een belangrijk onderdeel van seksuele selectie.

De mannelijke haan heeft een grote kleurrijke staart, de hen niet; de mannelijke impala heeft horens, de vrouw niet. Het lijkt bij seksuele selectie dus te gaan om verschillen tussen vrouwen en mannen, maar ik zou niet durven te beweren dat bij mensen één van de geslachten intelligenter is dan de ander. Mannen hebben weliswaar gemiddeld gezien een wat grotere herseninhoud dan vrouwen, maar dit kan verklaard worden doordat mannen gemiddeld gezien ook een wat groter lichaam hebben. Zowel mannen als vrouwen hebben een groot brein en zijn intelligent. Is de vergroting van het brein dan wel goed te verklaren door seksuele selectie?

Ik kan een chimpanseevrouw wel vertellen wat voor een geweldige baan ik heb, hoe groot en mooi mijn huis is en subtiel door laten schemeren dat ik veel invloedrijke vrienden heb, maar de kans dat mijn boodschap bij haar aankomt is nihil. Met andere woorden, bij mensen hebben mannen veel hersens om zichzelf via taal te verkopen en vrouwen hebben een groot brein nodig om mannen op hun werkelijke waarde te schatten. In de grammaticale woordenrijke paringsdans hebben beide geslachten baat bij intelligentie. Mogelijk speelt deze verklaring een rol, maar ik denk niet aan de hoofdrol.

1 1
2 2
3 3
4 4
5 5
6 6
7 7
8 8
9 9
10 10
11 11
12 12
13 13
14 14
15 15
16 16
17 17
18 18
19 19
20 20
21 21
22 22
23 23
24 24
25 25
26 26
27 27
28 28
29 29
30 30
31 31
32 32
33 33
34 34
35 35
36 36
37 37
38 38
39 39
40 40
41 41
42 42
43 43
44 44

Bij veel apen bezitten mannen aanzienlijk grotere hoektanden dan vrouwen. De meest aannemelijke verklaring voor het (opvallende) verschil in de lengte van de hoektanden is seksuele selectie. Net als bij het vliegend hert en vele andere diersoorten is er sprake van rivaliteit tussen de mannen om de gunsten van de vrouwen. Degenen die baat hebben bij het verwekken van veel nageslacht en niet kieskeurig hoeven te zijn, bezitten de wapens: de mannen. Degenen die niet veel nageslacht kunnen verwekken en dus kieskeurig dienen te zijn, bezitten geen of in mindere mate wapens, de vrouwen. Bij veel apen investeren de vrouwen veel meer in hun kinderen dan de mannen.

Maar hoe wordt de situatie wanneer mannen een voortplantingsstrategie adopteren die min of meer lijkt op die van vrouwen? Mannen die er niet (alleen) op uit zijn om zoveel mogelijk nageslacht te verwekken, maar ook bereid zijn langdurig te investeren in hun nageslacht. De competitie om partners (seks en investering in de jongen) komt voor beide geslachten dan dicht bij elkaar te liggen. In zo'n situatie zou je kunnen verwachten dat beide geslachten een (min of meer) op elkaar gelijkend instrument bezitten om de competitie aan te gaan. Dit is het geval bij een groep van kleine mensaapsoorten. Bij gibbons investeren zowel de vrouwen als de mannen in hun nageslacht en beide geslachten bezitten grote hoektanden.

Ook bij mensen investeren beide geslachten in de kinderen en bezitten beide geslachten het wapen om de strijd aan te gaan: een uitgebreid brein. Seksuele selectie hoeft niet noodzakelijkerwijs altijd verschil tussen de geslachten in te houden.

De creatieve explosie

Als we de stenen werktuigassemblages van mensachtigen globaal door de tijd beschouwen dan zijn er 4 fasen te onderscheiden.

1^e Rond de 2,6 miljoen jaar verschijnen er in Afrika primitieve werktuigen, zoals de flake en de chopper, een traditie die men aanduidt als het Oldowan. Deze werktuigen komen dus op in de periode dat er in Afrika aapmensen rondlopen van de geslachten *Australopithecus* en *Paranthropus*.

2^e Rond de 1,7 miljoen jaar geleden verschijnt er in Afrika een traditie, die we aanduiden met de term Acheuleen. Werktuigen van het Acheuleen, zoals de bekende vuistbijl, hebben vaak een ge-

standaardiseerde herkenbare vorm. Deze werktuigen verschijnen in de periode dat de oermens *Homo erectus* rondloopt in Afrika.

3^e Rond de 250.000 jaar geleden zien we een techniek opkomen die gebaseerd is op het verwijderen van afslagen van een van tevoren geprepareerde kern, de zogenaamde Levallois techniek. *Homo erectus* is in Afrika en Europa, dan al overgegaan in een andere vorm: *Homo (heidelbergensis) rhodesiensis*.

4^e Vanaf zo'n 40.000 jaar geleden worden we veel geconfronteerd met de klingtechniek. Klingen worden gemaakt door van een kernsteen systematisch lange dunne stukken steen af te slaan, hetgeen opvallend karakteristieke stenen werktuigen en kernstenen oplevert. De kling kan vervolgens dienen als basis om allerlei verschillende werktuigen mee te vervaardigen. Deze techniek is opgekomen in de tijd dat *Homo sapiens* op aarde rondliep.

Grofweg worden stenen werktuigen in de loop van de tijd steeds verfijnder en moeilijker om te maken. Van primitieve Oldowan werktuigen die met enkele slagen werden vervaardigd, via Acheuleen vuistbijlen met hun herkenbare vaste vorm, naar de uitein-

Figuur 6.6 Kling gevonden in Bandkeramische kuil, Zuid Limburg, vermoedelijk tussen de 6500 en 7000 jaar oud. Maximale lengte: 6,2 cm., maximale breedte: 1,6 cm. en maximale dikte: 0,7 cm. Een kling is minimaal tweemaal zolang als breed en afgeslagen van een van tevoren geprepareerde kernsteen. Door meerdere klingen van een kernsteen af te slaan wordt relatief gezien veel snijoppervlak verkregen. Klingen werden al zo'n 40 000 jaar geleden (Europa) tot mogelijk zelfs 240 000 jaar geleden (Afrika) gemaakt⁷.

delijke klingtechniek die veel inzicht in materiaal en techniek vraagt. Mensachtigen slaagden er in om uit een steen steeds meer snijvlak te halen⁶². In globale zin, gaan biologische evolutie (hersenvergroting) en culturele evolutie (gedrag) hand in hand.

Vanaf zo'n 40.000 jaar geleden zien we zulke grote veranderingen



1	1
2	2
3	3
4	4
5	5
6	6
7	7
8	8
9	9
10	10
11	11
12	12
13	13
14	14
15	15
16	16
17	17
18	18
19	19
20	20
21	21
22	22
23	23
24	24
25	25
26	26
27	27
28	28
29	29
30	30
31	31
32	32
33	33
34	34
35	35
36	36
37	37
38	38
39	39
40	40
41	41
42	42
43	43
44	44

en variatie optreden in de vervaardiging van werktuigen dat er wordt gesproken van een revolutie, een creatieve explosie^{7, 22}. Vanaf die tijd worden archeologen geconfronteerd met een scala van verschillende stenen en benen werktuigen. Bovendien worden we in deze latere periode van de prehistorie geconfronteerd met “kunst” die mensen achterlaten op de wanden van grotten, zoals de wereldberoemde grot van Lascaux in de Dordogne, Frankrijk.

De variatie van werktuigen, die voor een belangrijk deel is gebaseerd op de klingtechniek, is in vergelijking met de periodes daarvoor enorm groot. Van vuursteen, botten en gewei vervaardigde prehistorische mensen schrapers, boortjes, priemen, benen spitsen en harpoenen. Er zijn zulke fraaie bewerkte zeer dunne bladvormige stenen aangetroffen, dat met zich af kan vragen of deze nog wel dienst kunnen hebben gedaan als werktuig of louter werden gemaakt om vakmanschap aan te tonen of voor ritueel gebruik. Uit de grote variatie van voorwerpen kunnen we afleiden dat prehistorische mensen veel verschillende niches moeten hebben bezet.

Het uitsterven van soorten

Het werktuigassemblage van de prehistorische mens wijst op verschillende manieren van voedselvergarings. *Homo sapiens* bezet als omnivoor veel verschillende ecologische niches.

Net als jagers-verzamelaars vandaag de dag moet men gebruik hebben gemaakt van veel verschillende voedselbronnen. Wij zijn te beschouwen als generalisten, super opportunisten. Een intelligente werktuigvervaardigende primaat is ideaal gebouwd voor deze rol.

Cultuur stelt mensen in staat zeer snel te reageren op veranderingen en in te springen op kansen die zich voordoen. Met mensen in de buurt zijn veel verschillende soorten planten en dieren hun leven niet meer zeker. Het grote brein en het gevarieerde werktuigassemblage stelde de mens in staat zich te handhaven in uiteenlopende milieus. Wij zijn er uiteindelijk zelfs in geslaagd om extreem verschillende habitats, zoals tropische regenwouden en ijsvlakten, te bewonen. Met cultuur in de hand lijkt geen hindernis te groot. Het is logisch dat een dergelijk organisme een grote impact kan hebben op leefgemeenschappen.

Een safari in Kenia is onder andere zo'n ongelooflijk indrukwek-



kende ervaring, omdat daar dieren rondlopen die wij op de Hoge Veluwe echt niet tegen zullen komen. Zelfs de afgelopen 10.000 jaar zijn er in Europa niet zulke indrukwekkende beesten geweest.

Waar ik op doel is de megafauna van Afrika. Met de term megafauna doel ik op dieren, die in gezonde volwassen staat, op grond van hun grootte (voor een belangrijk deel) onkwetsbaar zijn voor de toppredatoren in het ecosysteem waarin zij leven. Megafauna geniet bescherming tegen predatie met name op grond van grootte. Een edelhert is misschien groot, maar als de grootte van dit dier niet voldoende is om het te beschermen tegen een roedel wolven, dan is het geen ty-

pisch element van de megafauna. Snelheid is dan ook doorgaans de manier van dit hert om te ontsnappen aan de kaken van een wolf.

Het is geen toeval dat we grote beesten zoals olifanten, nijlpaarden, giraffen en neushoorns met name tegenkomen in Afrika. Elders in de wereld zijn deze grote dieren verdwenen of komen in een mindere mate nog voor.

Waarom komen we met name in Afrika megafauna tegen en in Eurazië enkel nog een restje? De evolutie en verspreiding van de mens speelt hier een belangrijke rol. Heel groot zijn, zoals een Afrikaanse olifant, heeft een belangrijk voordeel. Grote dieren zijn geen gemakkelijk verkrijgbare hap. Zelfs het grootste roofdier van de Afrikaanse vlakte, de leeuw, bedenkt zich, bij wijze van spreken, wel 10x voordat hij een volwassen olifant aanvalt. Groot zijn is niet al-

leen voordelig. De generatietijd is lang en ze krijgen vaak maar 1 jong, hetgeen betekent dat de voortplanting langzaam verloopt. Gezien het feit dat een groot beest toch weinig of geen last heeft van predatie is dit probleem te overzien. De megafauna is voor een groot deel onaantastbaar voor leeuwen, tijgers, wolven, etc., maar niet voor een slimme zich op twee benen voortbewegende primate.

Het grote brein en het werktuigassemblage van prehistorische mensen stelden ze in staat op ieder dier te jagen, ongeacht de grootte van het betreffende beest. Met de mens in de buurt, die doormiddel van speren op afstand kan doden of dieren kan vangen door vallen te zetten, is groot zijn niet langer een voordeel. De lange generatietijd maakt grote dieren uitermate kwetsbaar. Sterven er teveel volwassen dieren in de bloei van hun leven zonder goede kansen een behoorlijk aantal nakomelingen achter te hebben kunnen laten, dan doemt het uitsterf scenario al snel aan de horizon.

Het is echt geen toeval dat daar waar de prehistorische mens ten



Figuur 6.8 Afrikaanse olifant, Kenia.

Een sexy brein kan zo gevaarlijk zijn



Figuur 6.9 Giraffe, Kenia

strekt zover als India, Thailand en Java komen we dieren tegen zoals de Indische olifant en neushoorns. Door *Homo erectus* fossielen van Java weten we dat het verre Oosten in een vroeg stadium, rond de miljoen jaar geleden, bevolkt moet zijn geraakt door deze oermens. Dit betekent dat de Aziatische megafauna in het zuiden een kans heeft gehad zich aan te passen aan het jachtgedrag van leden van het geslacht *Homo*, voordat ze werden geconfronteerd met *Homo sapiens*. De grote beesten van Eurazië zijn in een later stadium in contact ge-

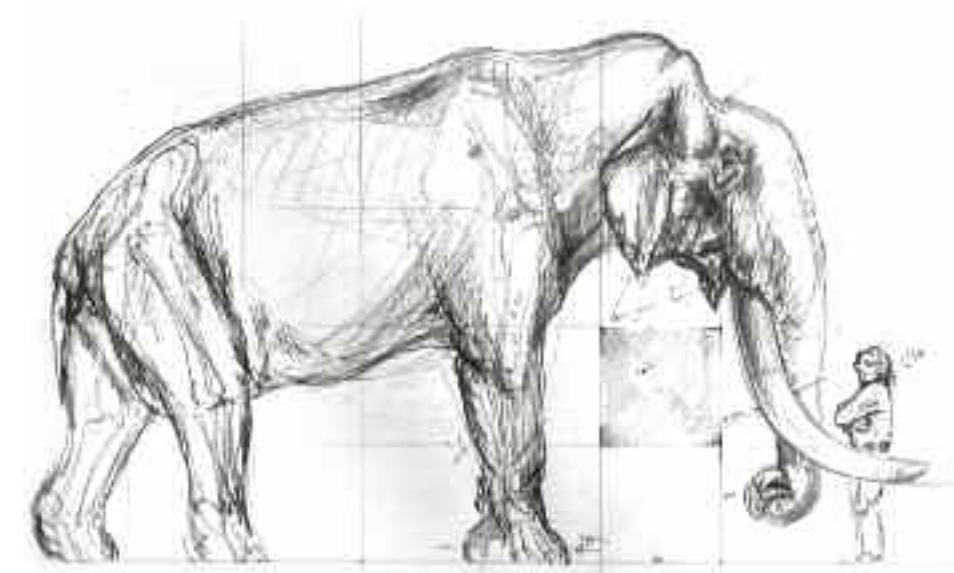
tonele verscheen, in Australië, Noord- en Zuid-Amerika, de megafauna binnen de kortste tijd was verdwenen⁶⁰. In Afrika lopen er nog steeds grote beesten rond, omdat mensachtigen op dit continent zijn ontstaan. De megafauna heeft zich samen kunnen ontwikkelen met mensachtigen in de leefgemeenschap, er is sprake geweest van co-evolutie⁶⁰.

Met co-evolutie wordt bedoeld: de evolutie van twee verschillende organismen die elkaar wederzijds hebben beïnvloed gedurende hun ontwikkeling. Met andere woorden, olifanten, nijlpaarden, giraffen en neushoorns in Afrika zijn geëvolueerd in de nabijheid van mensachtigen en hebben daardoor “tactieken” ontwikkeld om niet ten onder te gaan onder de predatiedruk van oermensen en mensen. Dat wil zeggen tot voor kort, want tegenwoordig worden deze dieren door de “voortschrijdende” cultuur van de mens ook in hun bestaan bedreigd.

Eurazië neemt een interessante positie in. In een gebied dat zich uit-

komen met mensachtigen dan in Afrika en dit zou kunnen verklaren waarom we in Eurazië minder reuzen tegenkomen dan in Afrika. In andere delen van de wereld, zoals Australië en de Amerika's, kreeg de megafauna geen kans om zich “voor te bereiden” op de komst van de mens.

Gelet op de grootte van het brein en het gedrag (de aangetroffen werktuigen) moet *Homo sapiens* een efficiëntere, dat wil zeggen voor grote dieren, een gevaarlijkere predator zijn geweest dan *Homo erectus*. In grote delen van de wereld zoals Australië, Noord-Amerika en Zuid-Amerika had de megafauna voor de komst van de mens geen fase gekend met vroege oermensvormen zoals *Homo erectus* of *Homo heidelbergensis*. In deze gebieden hebben grote dieren geen tijd gehad om beschermende strategieën te ontwikkelen tegen leden van het geslacht *Homo*. Geen co-evolutie zoals in Afrika of een minder lange wederzijdse beïnvloeding zoals in Azië. De megafauna van Australië en de nieuwe wereld werden vanuit het niets geconfronteerd met een toppredator, die er hele andere jachtmethoden op na hield dan hetgeen ze tot dusver gewend waren. De gevolgen waren dramatisch: uitsterven.



Figuur 6.10 Schets gemaakt door Remie Bakker

Een sexy brein kan zo gevaarlijk zijn

Lang niet iedereen is het eens met het idee dat de prehistorische mens in grote mate verantwoordelijk is geweest voor het verdwijnen van een groot deel van de megafauna. Een andere verantwoordelijke factor die naar voren wordt gebracht, is het klimaat. Veranderingen van het klimaat zouden er voor hebben gezorgd dat ecosystemen veranderden, waardoor de grote dieren zijn uitgestorven.

Ik zeg niet dat klimatologische omstandigheden op bepaalde plekken geen doorslaggevende rol kunnen hebben gespeeld, maar mondiaal gezien kan dit niet de factor zijn geweest die voor het wereldwijde uitsterven heeft gezorgd, om de simpele reden dat Australië, Noord-Amerika en Zuid-Amerika stuk voor stuk zeer grote en uiteenlopende ecosystemen hebben gekend. Het is ongeloofwaardig dat veranderingen van het klimaat in allerlei ver uiteenlopende ecosystemen “toevallig” van dien aard zijn geweest dat de megafauna op drie continenten het loodje legde. Het is aannemelijker dat er sprake is geweest van een gemeenschappelijke factor die op alle getroffen continenten voorkwam: de mens.

Australië kent op dit moment geen opvallend grote dieren, maar dit is in het verleden anders geweest. Ooit hebben hier dieren rondgelopen, gekropen en gesprongen zoals reuze kangoeroes, diprotodons (op neushoorn gelijkende buideldieren), loopvogels, zware hagedissen, gigantische pythons en landkrokodillen⁶⁰. Wanneer Australië precies is bevolkt door mensen is onduidelijk, maar dit moet ergens tussen de 30.000 en 60.000 jaar geleden zijn gebeurd⁹⁵. In lagen jonger dan 35.000 jaar geleden worden in Australië geen botten meer aangetroffen van bovengenoemde reuzen⁶⁰.

Het klimaat aanwijzen als belangrijke factor voor dit massaal uitsterven is uitermate onbevredigend. De Australische megafauna heeft miljoenen jaren lang klimatologische fluctuaties, vele droogtes, overleefd. Zouden dan uitgerekend in de periode dat mensen op dit continent verschijnen, al die grote beesten ineens enorme problemen hebben gehad met het klimaat, zodat ze er dood bij neervielen⁶⁰?

Zo’n 15.000 jaar geleden was het wilde westen van Amerika pas echt wild en had dit gebied iets weg van de Afrikaanse Serengeti-vlakte van vandaag: er liepen kuddes olifanten en paarden rond, belaagd door leeuwen en cheeta’s⁶⁰, verder waren er ook grote dieren zoals kamelen, neushoorns en reuze luiaards. In lagen jonger dan 11.000 jaar geleden komen we deze dieren niet meer tegen.

Mensen hebben de twee Amerika’s bevolkt tussen de 12.000 en 8.000 jaar geleden. De megafauna van deze twee continenten heeft 22 ijsstijden overleefd⁶⁰, met andere woorden deze grote beesten waren bestand tegen flinke schommelingen in het klimaat. Toeval dat deze dieren uitstierven ten tijde van de 23^e ijsstijd in de periode dat *Homo sapiens* zich over deze twee continenten verspreidde? Net als in het geval van Australië is er een veel simpeler verklaring. De megafauna’s van Australië en Noord- en Zuid-Amerika waren niet bestand tegen een predator met voor hen onbekende jachttechnieken.

Eurazië is een verhaal apart. Anders dan de drie hiervoor besproken continenten, kwam de megafauna hier in de zuidelijke contreien in een veel vroeger stadium in aanraking met mensachtigen. Oermensen waren ongeveer een miljoen jaar geleden op Java en 1,2 - 1,1 miljoen jaar geleden in Spanje. Dit betekent dat zo’n 1 miljoen jaar geleden het zuidelijk deel van Eurazië globaal gezien bevolkt moet zijn geweest door mensachtigen.

Tot zo’n 40.000 jaar geleden maakten leden van het geslacht *Homo* deel uit van de leefgemeenschappen waarvan ook de megafauna een onderdeel was. De megafauna van Eurazië werd niet, zoals in Australië en Noord- en Zuid-Amerika is gebeurd, van het ene moment op het volgende geconfronteerd met *Homo sapiens*. De reuzen van Eurazië hadden de tijd gehad zich aan te passen aan het innovatieve gedrag van leden van het geslacht *Homo*. Dat wil dus zeggen de reuzen van het zuiden, want de megafauna in het noorden heeft in een later stadium kennis gemaakt met mensachtigen.

Ook voor Eurazië geldt de discussie of dieren zoals de wolharige mammoet en neushoorn uiteindelijk zijn uitgestorven door toedoen van het klimaat of de mens⁹. Mensen zullen deze grote dieren niet met rust hebben gelaten, maar gezien het feit dat mensachtigen gedurende een lange tijd samen zijn voorgekomen met de megafauna en dat het typische biotoop waarin deze reuzen voorkwamen (de mammoetsteppe) is verdwenen, is de beantwoording van deze vraag in dit geval veel moeilijker. Mogelijk zijn beide factoren van belang geweest voor het verdwijnen van de wolharige mammoet en neushoorn. In ieder geval komt een deel van de tropische megafauna nog steeds voor in het zuiden van Azië.

Vanuit het perspectief gezien van de evolutie van mensachtigen en

het voorkomen van megafauna zijn er drie typen continenten op aarde.

- 1 De evolutie van mensachtigen heeft plaats gevonden in de nabijheid van de megafauna, zodat deze laatstgenoemde groep de tijd heeft gehad om zich aan te passen aan het gedrag van de mens, er is dus sprake geweest van co-evolutie (Afrika).
- 2 De megafauna is in een later stadium gedeeltelijk in aanraking gekomen met mensachtigen, waardoor er minder tijd was voor aanpassing. Een klein deel van de megafauna heeft het contact met de mens overleefd (Eurazië).
- 3 De megafauna heeft geen tijd gehad zich aan te passen aan het gedrag van mensachtigen en wordt plotseling geconfronteerd met de mens. Het gevolg: de megafauna sterft volledig uit (Australië, Noord-Amerika en Zuid-Amerika).

Javamens geen voorouder van Aborigines

Het is misschien een vreemd idee, maar het is mogelijk om van Zuid-Afrika naar Oost Java en Bali te lopen, dat wil zeggen, zolang de zeespiegel maar niet te hoog staat. In het verleden zijn er momenten geweest dat eilanden zoals Sumatra, Borneo, Java en Bali over land bereikbaar waren. Maar na Bali houdt het echt op. De zee tussen Bali en Australië is te diep om droog te vallen.

Australië is vanuit dit perspectief gezien een intrigerend gebied. Om Australië te bereiken, moeten de voorouders van de huidige Australische Aborigines de zee zijn overgestoken. Er zijn wetenschappers die de Javamens (*Homo erectus*) zien als de voorouder van de Aborigines (*Homo sapiens*)^{104, 105, 106}. Al jaren lang probeer ik via onderzoek inzicht te krijgen in de overgang van de Javamens naar de mens vanuit een ecologisch perspectief^{43, 95, 96, 97}, maar ik ben het niet eens met deze zienswijze. Want in deze regio zijn tot op heden nog geen overtuigende overgangsvormen aangetroffen tussen deze twee soorten. Mogelijk wordt dit veroorzaakt door het gebrek aan menselijke fossielen uit de relevante tijdsperiode. Desalniettemin moet ik op dit moment concluderen dat er geen overtuigende aanwijzingen zijn aangetroffen voor een speciale continuïteit tussen de Javamens en Australische Aborigines.

Homo erectus heeft het een lange tijd uitgehouden op Java, globaal tussen de 1 miljoen en 130.000 jaar geleden. De vraag is dan ook waarom de Javamens is uitgestorven na zo'n lange tijd deel te hebben uitgemaakt van een oude Javaanse fauna. Het antwoord is waarschijnlijk: door een verschuiving van het tropisch regenwoud door de Indonesische archipel in een oostelijke en vooral zuidelijke richting.

Honderdduizenden jaren lang was er op Java ten tijde van *Homo erectus* sprake van een open boslandschap. Bekende vindplaatsen met deze oermens, zoals Trinil, Kedung Brubus en Ngandong, maar ook andere vindplaatsen van Java, geven aan dat er gedurende deze periode sprake was van een open droge omgeving. Zo'n 130.000 jaar geleden kwam hier drastisch verandering in. De oude fauna werd vervangen door een nieuwe moderne fauna die in een tropisch regenwoud leefde.

In de archaische Ngandong fauna komen we uitgestorven soorten tegen die waren aangepast aan het leven in een drogere omgeving. In de moderne Punung fauna komen we alleen soorten tegen die vandaag de dag nog steeds leven.

Het is de Punung fauna die ons leert dat Oost Java ook een vochtige tijd heeft gehad, een tropische regenwoudfauna met dieren zoals orang-oetangs en gibbons. Doordat Oost Java in de zuidoost punt ligt van Zuidoost Azië (het Sundaplat), was er geen ontsnappen aan. In zuidelijke en oostelijke richting zijn Java en Bali begrensd door een diepe zee. Vele soorten waren niet in staat te overleven in een tropisch regenwoud en stierven uit, inclusief *Homo erectus*.

Op dit moment is er dus geen bewijs voor het idee dat de Javamens in het bijzonder heeft bijgedragen aan de totstandkoming van de Australische Aborigines. Er zijn geen overgangsvormen tussen deze twee gevonden. Bovendien zijn er geen *Homo erectus* resten bekend uit Australië. Zo'n 130.000 jaar geleden, toen het tropisch regenwoud in de Indonesische archipel tot in Oost Java was opgerukt, is de Javamens waarschijnlijk uitgestorven. In jongere vindplaatsen in Indonesië worden alleen resten aangetroffen van de mens.

De gedachte dringt zich op, dat de voorouders van de Aborigines Australië moeten zijn binnengedrongen ten tijde van het verdwijnen van *Homo erectus* of erna. De oudste resten van de mens en archeologische vondsten in Australië zijn mogelijk zo'n 60.000 jaar oud^{99, 100, 101}. Zelf heb ik een aanwijzing gevonden voor de aanwezigheid van

Homo sapiens op Oost Java, in de vorm van een klein kiesje, waarschijnlijk zo'n 120.000 tot 80.000 jaar oud^{96, 97}.

Met andere woorden, een relatief gezien vroege oversteeek naar Australië is een mogelijk scenario. In tegenstelling tot de Javamens, is de mens in staat te overleven in een tropisch regenwoud en aanzienlijke zeeën over te steken. *Homo sapiens* was het eerste grotere landzoogdier dat, vanuit Eurazië, Australië heeft bereikt. Eenmaal aanwezig in Australië ontwikkelden vroege populaties van de mens zich geleidelijk tot de hedendaagse Australische Aboriginals.

In deze hoek van de wereld zijn dus (nog) geen aanwijzingen gevonden voor een speciale continuïteit tussen de oermens *Homo erectus* en de mens *Homo sapiens*. Hoe zit het in een andere uithoek van de wereld, Europa, waar vele resten zijn aangetroffen van de wereldberoemde Neanderthaler? Heeft deze oermens zich ontwikkeld tot de mens?



Figuur 6.11 Kiesje (premolaar) PU-198 uit de Punung vindplaats, Oost Java (collectie van Von Koenigswald, Senckenberg Naturmuseum, Frankfurt am Main, Duitsland). Onderzoek wijst uit dat dit gebitselement waarschijnlijk van een mens afkomstig is⁹⁶, met een vermoedelijke ouderdom tussen de 120 000 tot 80 000 jaar geleden⁹⁷. Indien dit klopt, dan is dit het oudste fossiel van onze soort in de regio Indonesië / Australië. Foto gemaakt door Axel Stolp (JWG University, Zoological Institute, Duitsland)

1	1
2	2
3	3
4	4
5	5
6	6
7	7
8	8
9	9
10	10
11	11
12	12
13	13
14	14
15	15
16	16
17	17
18	18
19	19
20	20
21	21
22	22
23	23
24	24
25	25
26	26
27	27
28	28
29	29
30	30
31	31
32	32
33	33
34	34
35	35
36	36
37	37
38	38
39	39
40	40
41	41
42	42
43	43
44	44



Figuur 6.12 Beeld Neanderthaler, Neandertal, Duitsland.

Het lot van de Neanderthalers

De Neanderthaler is typisch een Euroaziatisch verschijnsel geweest. Het verspreidingsgebied omvatte West Europa, het Midden Oosten en liep mogelijk door tot in Siberië¹¹⁵ Het verspreidingsgebied van Neanderthalers is dus niet zo groot geweest als dat van *Homo erectus*.

De Neanderthaler is de enig mensachtige waarvan we redelijk zeker weten dat hij buiten Afrika is ontstaan, omdat er tot nu toe nog geen resten van deze oermens op dit continent zijn aangetroffen. Ze kwamen globaal gezien voor tussen de 200.000 en 30.000 jaar geleden.

Waarschijnlijk zijn er geen oermensen geweest die zover naar het noorden zijn opgerukt als Neanderthalers. Gelet op het verspreidingsgebied van deze oermensen neemt Nederland een interessante positie in, in de uiterste noordwest hoek van zijn voorkomen. Er bestaat dan ook al jarenlang een spanningsveld wat betreft het vinden van resten van (pre)Neanderthalers in Nederland. Er zijn fossiele resten bekend van onze burens, uit België en Duitsland maar niet uit Nederland.

Behoort Nederland nu net wel of net niet tot het verspreidingsgebied van oermensen zoals *Homo heidelbergensis* of *Homo neanderthalensis*? Het antwoord is net wel, want er zijn grote hoeveelheden artefacten en stenen werktuigen aangetroffen in de groeve Belvédère bij Maastricht van zo'n 250.000 tot 200.000 jaar oud⁹⁴.

Zelf heb ik als student prehistorie eind jaren '80 deelgenomen aan opgravingen die onder leiding stonden van Wil Roebroeks. Ik kan me de spanning nog goed herinneren, wanneer er een fossiel werd aangetroffen, waarbij er (even) een gevoel was dat het zou kunnen gaan om een overblijfsel van een...? Maar helaas, het is er nooit van gekomen.

Stenen werktuigen, zo fraai gedocumenteerd als in de Belvédère, zijn het bewijs dat oermensen voorkwamen in deze streken en kunnen veel informatie verschaffen over het gedrag van "oernederlanders"⁹⁴. We blijven echter gefascineerd en geobsedeerd door het vinden van de menselijke resten zelf, als een soort van tastbare confrontatie met onze voorouders. Bovendien blijft het interessant om



Figuur 6.13 Bij het brede publiek is de Neanderthaler de bekendste oermens. Het beeld dat geschetst wordt van de Neanderthaler varieert tussen een domme brutaal en iemand die, indien netjes aangekleed, niet tot nauwelijks op zou vallen in de Amsterdamse P.C. Hooftstraat. Reconstructies kunnen veelzeggend zijn over onze voorouders.



Figuur 6.14 Afgietsel van een stukje wenkbrauwboog uit de Noordzee (linksboven op de foto) in vergelijking met het afgietsel van de schedel van een Neanderthaler (België, Spy 1).

te weten hoe een organisme er uit heeft gezien aan de rand van z'n verspreidingsgebied.

Deze tastbare confrontatie lijkt op het moment dat ik dit schrijf, dichterbij te komen. Een aantal jaren geleden is er namelijk een spannend stukje bot aangetroffen. Het verhaal gaat als volgt.

Het fragment is in 2001 gevonden door een Belgische amateur paleontoloog op een schelphoop in de provincie Zeeland. De schelpen zijn oorspronkelijk afkomstig uit de Noordzee maar, zo ik me heb laten vertellen, van Nederlands grondgebied. In die schelphopen worden fraaie stenen werktuigen aangetroffen, zoals vuistbijlen en botfragmenten van uitgestorven zoogdieren die duizenden jaren geleden rondliepen op wat nu de Noordzeebodem is.

Zoals gebruikelijk zijn de resten van roofdieren veel zeldzamer dan die van planteneters en aangezien nazaten van *Homo erectus* een serieuze vleesetende niche bezette, kun je verwachten dat resten van oermensen, net als de resten van sabeltandtijgers en hyena's zeldzaam zijn. Toch lijkt het erop dat er nu eindelijk een stukje oermens is gevonden.



Figuur 6.15 Opgraving groeve Belvédère bij Maastricht.

In 2002 is het stukje voorhoofdsbeen in Brussel terechtgekomen en herkend als mogelijk afkomstig van een (pre)Neanderthaler. Ik heb een afgietsel van het bewuste stukje voorhoofdsbeen gezien en als dit een goede weergave is van het originele bot, dan kan het inderdaad gaan om een stukje wenkbrauwboog van een (pre)Neanderthaler. Het fragment wijkt af van mensen van vandaag de dag en doet denken aan de robuuste wenkbrauwboog van de Neanderthalers van Spy (België). Inmiddels zijn er drie wetenschappers bij het onderzoek betrokken (geweest), uit België (Brussel), Frankrijk (Parijs) en Duitsland (Leipzig). DNA onderzoek en C-14 datering hebben nog niets opgeleverd.

Bizar blijft wel dat dit mogelijk eerste Nederlandse oermens fragment in het buitenland bij een amateur thuis ligt, terwijl het niet had

misstaan in één van onze musea. We zullen waarschijnlijk nog “even” moeten wachten voordat Nederlanders zich eindelijk kunnen vergapen aan een stukje “oernederlander”.

Er is waarschijnlijk sprake geweest van een evolutionaire lijn: *Homo erectus* → *Homo heidelbergensis* → *Homo neanderthalensis*. Binnen deze evolutionaire lijn zien we dat er sprake is geweest van een toename van het hersenvolume (tabel 6.1).

De herseninhoud van de Neanderthaler is vergelijkbaar met die van de mens. Beide soorten kunnen worden gezien als een voortzetting van *Homo erectus*, een grotere mensachtige die zich voortbewoog met lange gestrekte benen, een relatief gezien groot brein bezat en een vleesetende niche bezette. Uit de vele skeletresten, die zijn aangetroffen van Neanderthalers, kunnen we afleiden dat het sterke, zwaar gespierde mensachtigen waren⁶³. Oermensen met een gedrongen bouw, ze konden een lichaamslengte bereiken van zo’n 160 - 170 cm. met een lichaamsgewicht van zo’n 50 - 65 kg.⁶².

In december 2007 kreeg ik de gelegenheid om in Musée de l’Homme, Parijs, de schedels van Neanderthalers en prehistorische mensen te onderzoeken. Een directe vergelijking tussen deze twee is confronterend: Neanderthalers en mensen zijn echt verschillend.

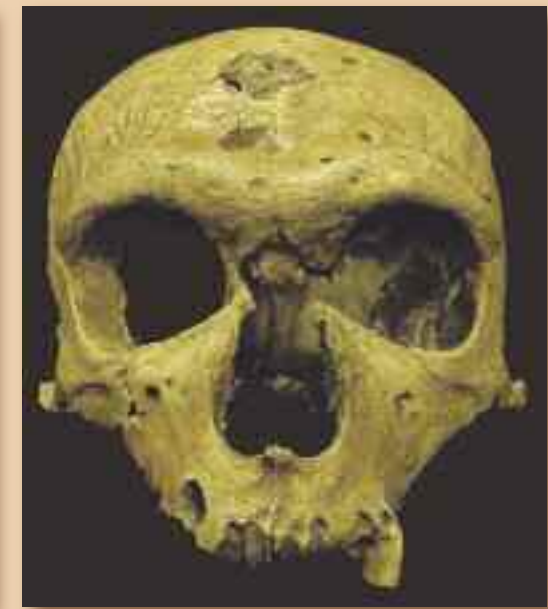
Neanderthalers hadden een laaggewelfde schedel met een zware wenkbrauwboog boven de oogkassen, hetgeen gezien kan worden als een erfenis van z’n verre voorouder *Homo erectus*. Ze hadden een opvallend vooruitstekend gezicht met geen of een weinig ontwikkelde kin. Voeg dit samen met het foutieve beeld van een mensachtige, die wat voorovergebogen liep met kromme knieën en je hebt het beeld van een primitieve domme bruto. Wie voor Neanderthaler wordt uit-gemaakt zal dit doorgaans niet als een compliment opvatten.

Maar Neanderthalers liepen niet voorovergebogen en anatomische kenmerken, zoals een zware wenkbrauwboog of een vooruitstekend gezicht, zeggen niets over intelligentie. Noch de herseninhoud, noch de vorm van de hersenen (voor zover afleidbaar uit de binnenkant van de schedel) geven aan dat Neanderthalers dommer waren dan wijzelf⁶⁴.

Het tongbeen is geen bot dat vaak teruggevonden wordt bij opgravingen. Er zijn echter veel Neanderthalerresten gevonden, waar-



Figuur 6.16 Deze Europese *Homo heidelbergensis* schedel (Petalona 1, Griekenland) is een fraai voorbeeld van een schakel tussen enerzijds de oudere *Homo erectus* en anderzijds de jongere *Homo neanderthalensis*; deze schedel is mogelijk zo'n 400 000 tot 300 000 jaar oud¹⁵. (© Dick Mol)



Figuur 6.17 Schedel van Neanderthaler (La Chapelle-aux-Saint, Frankrijk, rechts) en mens (Cro-Magnon, Frankrijk). Merk op dat de Neanderthaler een zware wenkbrauwboog, brede neusholte en schuin verlopende jukbeenderen bezit.

onder een fraai bewaard tongbeen (Kebara grot, Israël). De vorm van dit tongbeen ziet er hetzelfde uit als bij ons, er zijn geen bewijzen gevonden dat de geluiden die Neanderthalers voortbrachten anders waren dan die van ons. Bovendien bezitten Neanderthalers een versie van het FOXP2 gen, dit duidt mogelijk op het vermogen tot spraak.¹¹⁵ Er zijn tot dusver geen aanwijzingen gevonden dat Neanderthalers niet konden praten.

Als moderne jager verzamelaars alleen beoordeeld zouden worden op basis van hun stenen werktuigen, dan zouden ze mogelijk minder geavanceerd worden geacht dan Neanderthalers⁶⁴. Met andere woorden, op grond van hun werktuigen kun je niet stellen dat ze dommer waren dan wij. Neanderthalers hebben fraaie fijn bewerkte voorwerpen achtergelaten. Uit de ziektebeelden van Neanderthalerskeletten kunnen we afleiden dat ze, net als *Homo erectus*, zorgden voor de minderbedeelden. Verder begroeven ze hun doden, een belangrijke reden waarom er zoveel fraai bewaarde Neanderthaler skeletten zijn aangetroffen.

Neanderthalers waren dus menselijk, het waren intelligente mensachtigen die zich goed konden aanpassen aan koudere omstandigheden. *Homo neanderthalensis* was een krachtig gebouwde intelligente nazaat van *Homo erectus*, die in staat is geweest nog verder op te rukken naar het noorden. Toch zijn ze rond de 30.000 jaar geleden uitgestorven, de vraag is waarom? Het antwoord: competitie.

In de ecologie kennen we een principe, het "Competitive Exclusion Principle" ("het principe van competitieve uitsluitel"⁶⁵). Dat wil zeggen dat twee gelijkvormige (verwante) soorten die dezelfde ecologische niche bezetten niet naast elkaar kunnen voorkomen. Competitie tussen de twee soorten zal er voor zorgen, dat slechts één van de twee zal overleven, degene die (net iets) beter is in het bezetten van de niche.

Een fraai voorbeeld vormt volgens mij een kleine groep dieren waar ik me de laatste jaren graag mee bezighoud: de ringslangachtigen van Europa. Heel wat vakantie-uren heb ik inmiddels in en om



Figuur 6.18 Schedel van Neanderthaler (La Chapelle-aux-Saint, Frankrijk, rechts) en mens (Cro-Magnon, Frankrijk). Merk op dat de Neanderthaler een laag voorhoofd, zware wenkbrauwboog en vooruitstekend gezicht bezit. Verschillen in vorm van de schedel en genetisch onderzoek geven aan, dat we met twee verschillende soorten te maken hebben.

het water doorgebracht om deze dieren te observeren. De drie “waterslang” soorten die hun voedsel in en nabij het water vinden zijn de ringslang (die we ook in Nederland kunnen aantreffen), de adderringslang en de dobbelsteenslang.

De ringslang heeft een enorm groot verspreidingsgebied in Europa en komt voor van zuid Spanje en Griekenland tot ongeveer 67° noorderbreedte, in Finland en Rusland⁹⁸. De adderringslang komt globaal voor in het zuidwesten en de dobbelsteenslang in het zuidoosten van Europa. Behalve in een klein grensgebied (in het noordwesten van Italië) komen deze twee soorten in Europa niet samen voor, ze sluiten elkaar als het ware uit. Maar beide soorten komen wel (in dezelfde habitat) samen voor met de ringslang. Waarom?

Het antwoord moet volgens mij gezocht worden in de niche van deze dieren. De ringslang is met name een kikkereter, de adderringslang en dobbelsteenslang zijn vooral viseters. De twee laatstgenoemde soorten kunnen dus vanuit het oogpunt van het “Competitive Exclusion Principle” niet samen voorkomen. De ringslang is dus meer een amfibie-eter dan de andere twee soorten en dit verklaart mogelijk ook zijn noordelijke uitbreiding in Europa. Bij op het land jagen op kikkers is minder sprake van afkoeling dan bij het ja-



Figuur 6.19 Reconstructies Cro-Magnon mens (links) en Neanderthaler (rechts) gemaakt door de gebroeders Kennis. (© Adrie Kennis & Alfons Kennis)

gen in het water. De noordelijke rivieren zijn waarschijnlijk te koud voor de adderringslang en dobbelsteenslang.

In het geval van Oost Afrika zo’n 2 tot 1,5 miljoen jaar geleden, leefden verschillende soorten mensachtigen naast elkaar: *Paranthropus boisei*, *Australopithecus habilis* en *Homo erectus*. Dat was mogelijk omdat ze verschillende ecologische niches bezetten.

Maar zoals we gezien hebben, werden in de loop van tijd leden van het geslacht *Homo* steeds breiniger (tabel 6.1), hetgeen inhield dat ze steeds meer ecologische niches gingen bezetten. Soorten van het geslacht *Homo* zijn generalisten, opportunisten, die veel verschillende niches bezetten. Verschillende leden van het geslacht *Homo* kunnen dus per definitie niet naast elkaar bestaan, omdat de niche-overlap veel te groot is. Dat is lekker kort door de bocht, bovenstaande bewering is gemakkelijk te maken aangezien mensachtige fossielen doorgaans zeldzaam zijn. Hoe groot is de kans om twee leden van het geslacht *Homo* naast elkaar aan te treffen?



Figuur 6.20 Ringslang (omgeving Amsterdam, Nederland) en het verspreidingsgebied van deze soort in Europa.



Figuur 6.21 Adderringslang (Algarve, Zuid Portugal) en het verspreidingsgebied van deze soort in Europa.



Figuur 6.22 Dobbelsteenslang (Lago Trasimeno, Italië) en het verspreidingsgebied van deze soort in Europa.

Voor veel grote gebieden op aarde geldt inderdaad dat we nog veel te weinig hebben gegraven om een redelijk gedetailleerd beeld te hebben van menselijke evolutie. Zoals paleontoloog John de Vos opmerkt: “*de evolutie van de mens vindt daar plaats waar er geld in de grond wordt gestopt*”. Maar er is een gebied op aarde waar vanaf de industriële revolutie enorme hoeveelheden grond zijn verzet: West Europa. Nergens op aarde is het voorkomen van twee leden van het geslacht *Homo* zo fraai gedocumenteerd als in Europa.

Homo neanderthalensis moet zo’n 200.000 jaar geleden ontstaan zijn uit een Zuidwest Euroaziatische populatie van *Homo heidelbergensis*. Min of meer tegelijkertijd moet in Afrika uit een *Homo (heidelbergensis) rhodesiensis* een nieuwe soort zijn ontstaan, onze soort, *Homo sapiens*. Alvorens te kijken naar de ontmoeting van de twee soorten, wordt kort ingegaan op het ontstaan van onze soort in Afrika.

Verschillende wetenschappers gingen er vanaf eind jaren ‘80 van de voorgaande eeuw op grond van genetisch onderzoek vanuit dat onze soort, *Homo sapiens*, zo’n 200.000 jaar geleden in Afrika moet zijn ontstaan⁶⁶, maar fossiel bewijs voor een hoge ouderdom ontbrak. Dateringen waren niet ouder dan zo’n 100.000 jaar.

Een sexy brein kan zo gevaarlijk zijn

In 2003 kwam hier verandering in. De fossiele resten van *Homo sapiens idaltu*, beschreven in het 12 juni nummer van *Nature*⁶⁷ door Tim White en zijn collega's, zijn zonder twijfel spectaculair. Het materiaal, gevonden in Ethiopië, bestaat uit drie gedeeltelijk bewaarde schedels: een kind en twee volwassenen. De datering tussen de 160.000 en 154.000 jaar geleden was zonder meer verrassend. Alhoewel deze vondsten stammen uit de tijd van de Neanderthalers, lijken ze hier volgens White en collega's in het geheel niet op.

Inmiddels zijn er nog oudere resten van onze soort bekend, eveneens in Ethiopië aangetroffen; menselijke resten van Omo Kibish zijn mogelijk zo'n 195.000 jaar oud⁶⁸. Wat interessant is, is de gedachte dat de vorm van de schedel van *Homo sapiens idaltu* in ligt tussen die van *Homo (heidelbergensis) rhodesiensis* en latere fossiele vormen van onze soort⁶⁷.

Darwin¹ maakte zich ooit zorgen over het ontbreken van fossiele tussenvormen, maar hier wordt hij op z'n wenken bediend. Er wordt ons een evolutionaire reeks voorgeschoteld met geleidelijke veranderingen. Dit lijkt een indrukwekkende aanwijzing dat evolutie inderdaad geleidelijk kan verlopen.

Tot nu ziet het er naar uit dat één van de begeleiders van mijn proefschrift⁴³, de Britse paleoantropoloog Chris Stringer, gelijk heeft gekregen. De soort waartoe wij behoren, *Homo sapiens*, is niet zo oud en komt uit Afrika¹⁰⁸.

Tussen de 200.000 en 150.000 jaar geleden was de mens aanwezig in Oost Afrika (Ethiopië), rond de 100.000 jaar geleden in het Midden Oosten (Israel⁶⁹) en rond de 33.000 - jaar geleden in Europa⁶². In lagen jonger dan zo'n 30.000 jaar geleden komen we geen Neanderthaler resten meer tegen^{62,115}. Dit beeld is gebaseerd op fossiele resten en komt overeen met hetgeen ik theoretisch verwacht op grond van het "Competitive Exclusion Principle". *Homo neanderthalensis* en *Homo sapiens* waren beiden intelligente jagende mensachtigen die in grote lijnen dezelfde niches vervulden, competitie tussen de twee moet moordend zijn geweest.

Betekent moordende competitie ook letterlijk moordend? Ik ben bang van wel. Bij paleontologische en archeologische opgravingen zijn hier geen aanwijzingen voor aangetroffen, maar de kans hierop is ook bijzonder klein en lastig met zekerheid te interpreteren. Ik denk niet dat we aan een "soft" scenario hoeven te denken bij de ver-



Figuur 6.23 Afgietsel van de schedel van de Afrikaanse *Homo (heidelbergensis) rhodesiensis*, de (onder)soort waar wijzelf waarschijnlijk uit zijn ontstaan.

vanging van Neanderthalers door mensen. Geen rustige competitie waarbij één van de twee net wat beter is in het exploiteren van de omgeving of zich sneller kan voortplanten.

Concurrenten gaan in de dierenwereld niet zachtzinnig met elkaar om. De competitie om DNA in de volgende generatie te krijgen is heftig. Zelfs binnen een soort. Mannelijke leeuwen doden de welpen van hun voorgangers bij het overnemen van een groep. Chimpanseemannen ondernemen strooptochten om andere chimpansee mannen te doden¹¹¹. Als dieren binnen een soort er op gericht kunnen zijn elkaar uit te schakelen wat betreft het doorgeven van erfelijk materiaal, dan zijn ze dat zeker ten opzichte van andere soorten. Als een leeuw de kans krijgt een andere predator, zoals bijvoorbeeld een hyena, te doden, dan zal hij dat niet nalaten.

Hoe aapmensen en oermensen zich hebben gedragen is uiteraard in een dikke nevel gehuld, maar hoe mensen zich gedragen is bekend. De recente geschiedenis, het koloniseren van de Amerika's en Australië, de 1^e en 2^e Wereldoorlog, Vietnam, voormalig Joegoslavië en Rwanda... het is overduidelijk dat mensen binnen de eigen

soort doden. Vanuit een historisch perspectief gezien is er bijzonder weinig fantasie nodig om voor te stellen wat binnenkomende mensen in Europa met Neanderthalers hebben gedaan. Als mensen redelijk snel bereid zijn om anders getinte of geklede (denkende) soortgenoten om zeep te helpen, dan zijn ze dat bijna zeker ook geweest in het geval van Neanderthalers.

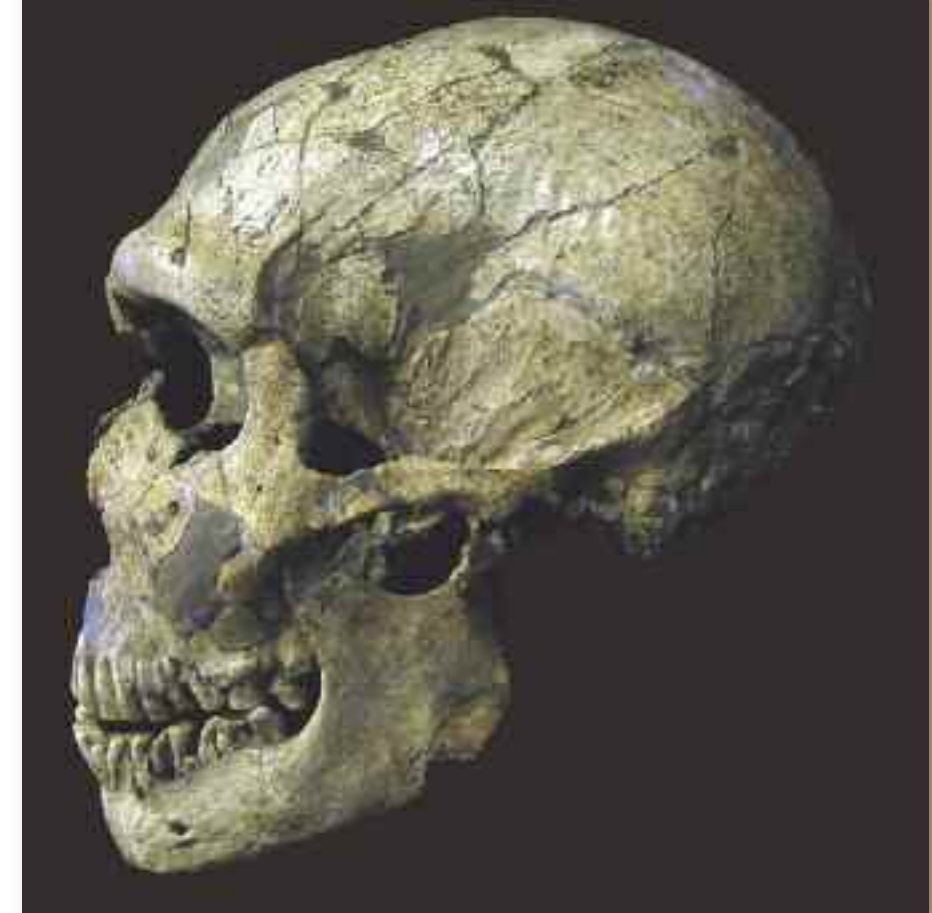
Neanderthalers en mensen leken globaal gezien veel op elkaar, maar er waren ook verschillen. Als we de binnenkomende mensen in Europa, de zogenaamde Cro-Magnons (vernoemd naar de Franse vindplaats Cro-Magnon in de Dordogne), vergelijken met Neanderthalers, dan zien we een aantal interessante verschillen.

Het opvallendste verschil is misschien wel de bekende wenkbrauwboog die bij Cro-Magnons aanzienlijk kleiner of afwezig is⁶². Cro-Magnons zijn langer (zo'n 167 tot 184 cm.) en slanker dan Neanderthalers en bezitten een minder vooruitstekend gezicht^{62, 63}. Zowel het compacte lichaam als het vooruitstekende gezicht van Neanderthalers kan mogelijk gezien worden als een adaptatie aan koudere omstandigheden. Het verspreidingsgebied van *Homo neanderthalensis*, Eurazië, lag immers in eerste instantie ten noorden van dat van *Homo sapiens* (Afrika). Een compact lichaam is beter in staat om warmteverlies tegen te gaan dan een slank lichaam en de ruime neusholten waren in staat de ingeademde lucht goed te verwarmen.

Hoe is het dan mogelijk dat de sterke, intelligente, aan de Euroaziatische omstandigheden aangepaste Neanderthalers rond de 30.000 jaar geleden werden vervangen door een slanker, tropisch "product", de mens?

Mogelijk moet het antwoord worden gezocht in gedrag, maar aangezien een groot deel van het gedrag van Neanderthalers onbekend is, is de volgende suggestie pure speculatie.

Twee nog levende nauwe verwanten van de mens, de chimpansee en bonobo, lijken oppervlakkig gezien veel op elkaar, net als Neanderthalers en mensen. Chimpansees en bonobo's komen niet samen in een gebied, voor maar leven gescheiden. Het verspreidingsgebied van beide soorten wordt onder andere gescheiden door de rivier de Kongo. Deze machtige rivier vormt voor beide mensapen een onneembare barrière. Interessant is dat, alhoewel chimpansees en bonobo's globaal overeenkomen wat betreft hun uiterlijk, er een wezenlijk verschil lijkt te



Figuur 6.24 Fraai bewaarde schedel van de Neanderthaler La Ferrassie 1, Dordogne, Frankrijk. Merk op dat deze Neanderthaler een laag voorhoofd, zware wenkbrauwboog, vooruitstekend gezicht en geen duidelijke kin bezit.

bestaan wat betreft hun gedrag bij conflicten. Anders dan chimpansees vermijden bonobo's conflicten vaak door middel van seks. "Make love, not war" had een bonobo-slagzin kunnen zijn⁷⁰. We weten dat *Homo sapiens* geen lieverdje is, mogelijk waren mensen simpelweg agressiever ingesteld dan Neanderthalers.

Neanderthalers zijn niet de enige oermensen die zijn verdwenen. In veel gebieden werd *Homo erectus* vervangen door *Homo heidelbergensis*, die op zijn beurt in Eurazië weer werd vervangen door *Homo neanderthalensis* en tussen de 200.000 en 30.000 jaar geleden zijn uiteindelijk alle oermenspopulaties vervangen door *Homo sapiens*. Vervanging is naast evolutie een belangrijke factor geweest.



Figuur 6.25 Vindplaats Cro-Magnon bij Les Eyzies, Dordogne, Frankrijk, waar in 1868 prehistorische resten van onze soort zijn aangetroffen (links van het hotel Cro-Magnon). Vroege mensen in Europa worden aangeduid als Cro-Magnons of Cro-Magnon mensen, vernoemd naar deze vindplaats. Menselijke resten uit deze vindplaats dateren waarschijnlijk van rond de 28 000 jaar geleden. Het waren mensen zoals de Cro-Magnons die prehistorische kunst hebben achtergelaten, zoals grotsschilderingen en venusbeeldjes.

Steeds weer als er lokaal een “gewiekster product” ontstond uit een voorouderlijke oermenssoort, verving deze vervolgens de al bestaande vormen in andere gebieden. Uiteindelijk is er maar een soort overgebleven: wijzelf.

Maar hiermee wil ik niet beweren dat alle oermenspopulaties zijn verdwenen door ons toedoen. Ironisch genoeg is dit volgens mijn eigen onderzoek, zoals we hier boven hebben kunnen lezen, waarschijnlijk niet het geval geweest in het gebied waar ik me jarenlang op heb geconcentreerd, Oost Java^{95, 96, 97}.

Onder druk van natuurlijke en seksuele selectie is het brein steeds groter geworden en daarmee zijn mensachtigen in staat geweest steeds meer ecologische niches te bezetten. Voor veel dieren is dit een gevaarlijk proces gebleken. Diersoorten stierven wereldwijd uit door de efficiënte jachtmethoden van de mens en de moordende concurrentie met deze zeer flexibele primaat. Geen proces dat alleen vandaag de dag speelt, maar een proces dat zeker al zo’n 35.000 jaar geleden is ingezet. Hersenvergroting levert zo duidelijk een evolutionair voordeel op, dat de gedachte aan het omgekeerde proces vrijwel ondenkbaar lijkt.

Na 2003 is in dit denkbeeld verandering gekomen. Mogelijk heeft het ondenkbare plaatsgevonden, maar daar zijn, zoals we in het laatste hoofdstuk zullen lezen, de laatste woorden nog niet over gezegd.



Figuur 6.26 Musée de l'Homme, Parijs, waar skeletresten worden bewaard van (in Frankrijk gevonden) Cro-Magnon mensen en Neanderthalers.



7 Infantiele apenkop

Het gras gehakt model (samenvatting) - De domesticerende mens gedomesticeerd

Het gras gehakt model (samenvatting)

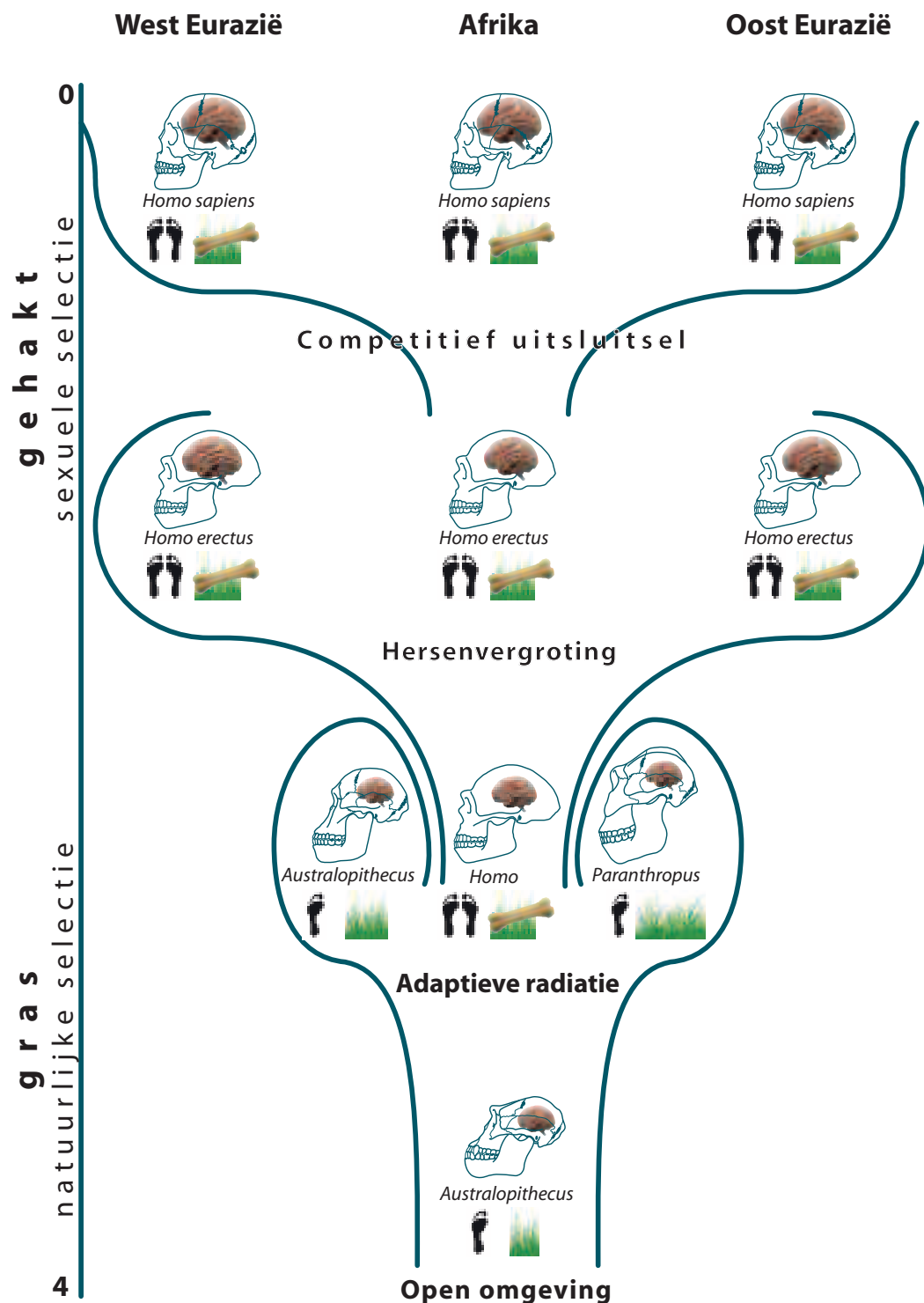
Het model over de evolutie van de mens noem ik voor het gemak het gras gehakt model. Zo is er een gemakkelijke manier om dit model te onthouden. Je hoeft fietsend, rijdend in de auto of trein langs landerijen alleen maar om je heen te kijken om er aan herinnerd te worden. Gras in overvloed en de dieren die je er over heen ziet lopen daar draaien we regelmatig gehakt van.

Het gras staat symbool voor de eerste fase, de verdroging in Afrika, een periode waarbij grote bossen verdwenen om plaats te maken voor een veel lagere en stuggere vegetatie, waaronder vooral gras. Allerlei nieuwe ecologische niches konden worden bezet en onder druk van natuurlijke selectie zien we bij mensapen belangrijke veranderingen van het voortbewegingsmechanisme en het gebit.

Een van de niches die op een gegeven ogenblik werd ingenomen was die van het eten van vlees. Een tweede belangrijke fase was daarmee begonnen. Oermensen verspreidden zich over grote delen van de wereld en bezetten veel verschillende niches. Onder druk van natuurlijke en in belangrijke mate seksuele selectie werd het brein steeds groter en mensachtigen steeds slimmer. De uiteindelijke gevolgen waren dramatisch, van kwetsbare grote diersoorten en oermensen werd gehakt gedraaid.

Het gehele traject van de evolutie van de mens overziend zijn er drie belangrijke aspecten: rechtop lopen, veranderingen van het gebit en hersenvergroting. Het model kent twee belangrijke fasen. In fase 1 (gras, hoofdstukken 3 en 4), tussen de 7 en 2 miljoen jaar geleden worden we met name met de eerste twee aspecten geconfronteerd: rechtop lopen en veranderingen van het gebit. In de tweede fase (gehakt, hoofdstukken 5 en 6) die zo'n 2 miljoen jaar geleden begon speelt met name het derde aspect een belangrijke rol: hersenvergroting.

In een ecosysteem zoals de savanne zijn er veel planten die als voedsel kunnen dienen voor een aantal planteneters, die op hun beurt weer kunnen dienen als voedsel voor een beperkter aantal vleeseters. Als we letten op de hoeveelheid energie vastgelegd in bio-



Figuur 7.2 Gras gehakt model. In dit overzicht van de evolutie van mensachtigen zijn lang niet alle soorten vermeld, zo ontbreken *Homo heidelbergensis* en *Homo neanderthalensis*. Dit model geeft een vereenvoudigde weergave van de hoofdaspecten.

massa dan is er dus sprake van een piramide. Aan de brede basis de planten, daarboven de herbivoren en de smallere top wordt gevormd door carnivoren. *Australopithecus* at voornamelijk plantaardig voedsel, *Homo* haalde zijn energie voor een belangrijk deel uit plantenters. In de loop van de evolutie heeft er dus een belangrijke verschuiving plaatsgevonden, we zijn gedeeltelijk naar een bovenliggend niveau geschoven.

Fase 1 (gras) begint met mensapen die zich aanpassen aan een open omgeving. Deze dieren beginnen meer rechtop te lopen op een manier die te omschrijven is als een “allround pas” en het gebit ondergaat veranderingen om het stuggere plantaardig materiaal te kunnen verwerken. De kiezen worden groter, het glazuur dikker en de hoektanden kleiner, op deze manier zijn de dieren veel beter in staat een malende beweging te maken om het plantaardig materiaal fijn te malen. Voorouders aanwijzen is lastig in het begin van deze fase. Theoretisch gezien is het namelijk mogelijk dat meerdere soorten mensapen zich hebben aangepast aan de open omgeving en dus dezelfde soort adaptaties kunnen laten zien.

Op de Afrikaanse vlakten was een rechtop lopende, stug plantenmateriaal vermalende aapmens, een nieuwe vorm. Een vernieuwing kan onder de juiste omstandigheden leiden tot meerdere nieuwe, naast elkaar bestaande, soorten. Ze konden naast elkaar be-

Figuur 7.2 Legenda

Hersenvolume

- Gemiddelde rond halve liter
- Gemiddelde tussen halve en hele liter
- Ruime variatie rond liter
- Ruime variatie rond anderhalve liter

Voedselverwerking

- begin aanpassing stug plantaardig voedsel
- verdergaande aanpassing stug plantaardig voedsel
- vergaande aanpassing stug plantaardig voedsel
- naast plantaardig voedsel ook veel vlees

Rechtop lopen

- “allround pas”
- met lange gestrekte benen

staan, omdat ze elkaar niet weg concurreerden. De geslachten *Australopithecus*, *Homo* en *Paranthropus* bezette verschillende ecologische niches, we kunnen in dit geval spreken van (adaptieve) radiatie.

Vanaf het verschijnen van *Homo erectus* worden we geconfronteerd met een samenhangend pakket van veranderingen, die in verband gebracht kunnen worden met de verschuiving naar een vleesetende niche: rechtop lopen met lange gestrekte benen voor duurloop, hersenvergroting voor de opslag en verwerking van meer informatie, een sterk sociaal gedrag, een grote verspreiding over de wereld ook ver buiten Afrika, gepaard gaande met lagere populatiedichtheden. Met het verschijnen van deze soort is een tweede belangrijke fase (gehakt) in onze evolutionaire geschiedenis begonnen.

Homo erectus maakte als eerste de bekende fraai gevormde drupelvormige vuistbijlen. Met behulp van deze werktuigen kon korte metten gemaakt worden met ieder kadaver. De consequenties van de verandering van een voornamelijk planteneter naar een gedeeltelijk vleeseter waren groot.

Als eerste mensachtige komen we *Homo erectus* ver buiten Afrika tegen, in Europa, China en Indonesië. Deze oermens had in die dagen een groter verspreidingsgebied op aarde dan welke nu levende aap dan ook. Dit is te verwachten bij een vleesetend zoogdier. Carnivoren, zoals wolven en tijgers, kunnen goed omgaan met verschillende omgevingen, zolang er prooi genoeg is, kunnen ze in vele ge-



Figuur 7.3 Savanne, Kenia.

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44

bieden overleven. *Homo erectus* at veel vlees, het was een toppredator van wereldformaat.

In de loop van de tijd ontstonden er in de uiteenlopende gebieden verschillende ondersoorten en soorten vanuit de van oorsprong Afrikaanse *Homo erectus*. In Eurazië ontwikkelde *Homo erectus* zich uiteindelijk tot de bekende Neanderthaler, in Afrika ontstond uiteindelijk de mens. In alle verschillende gebieden waar *Homo erectus* voorkwam, Afrika, Europa, Azië en Indonesië was er in de loop van de evolutie sprake van hersenvergroting. Er moet een sterk selectie criterium geweest zijn om een dergelijke wereldwijde toename van het brein te verklaren.

Het geslacht *Homo* is gespecialiseerd in het bezetten van zoveel mogelijk verschillende niches en dit verklaart voor een belangrijk deel waarom het energieslurpende brein zover tot ontwikkeling is gekomen. Als je als super generalist, opportunist, iets kunt gebruiken, dan is het wel een orgaan dat grote hoeveelheden informatie kan verwerken. Met het bezetten van een groot aantal ecologische niches is er per definitie geen ruimte meer voor naast elkaar bestaande verschillende soorten mensachtigen. Moordende competitie heeft er voor gezorgd dat er uiteindelijk maar één soort is overgebleven: wijzelf.

De intelligentie van apen is mogelijk niet alleen ontstaan onder druk van natuurlijke selectie, maar in een belangrijke mate ook onder invloed van complexe sociale interacties, seksuele selectie. Bij mensen is deze trend ver doorgevoerd. Ons brein kan meer dan er louter voor zorgen dat we overleven. Wat moet je met een brein dat uiteindelijk driemaal zo groot is als dat van een chimpansee? Een Rembrandt schilderen of de vijfde van Beethoven componeren? Ons grote brein doet denken aan het overdreven grote gewei van het uitgestorven reuzenhert, de kolossale kaken van het vliegend hert of de fraaie staart van een mannelijke paradijsvogel. Te potsierlijk om alleen met natuurlijke selectie te kunnen verklaren. Hier moet ook seksuele selectie een rol hebben gespeeld. Niet alleen mannelijke baarden of vrouwelijke ronde volle borsten en billen hebben onze voorouders geïmponeerd of opgewonden. Het gaat toch niet alleen om de buitenkant maar ook om de binnenkant? Helemaal waar, wat is er meer imponerend of sexy dan een groot, slim, fantasierijk brein, belust op macht?

Maar een opgeblazen sexy brein kan ook heel gevaarlijk zijn. Ons fantasierijke brein, de moeder van ons flexibele razendsnelle adaptieve gedragssysteem - cultuur - weet oplossingen te bedenken voor een scala aan problemen. Of een organisme zich nu ter land, in het water of in de lucht begeeft, nergens is het veilig. Wezens met een brein zo groot als dat van ons overleven in een groot aantal ecosystemen en eten veel verschillende dingen, er is dan weinig ruimte meer over voor anderen.

Met name de megafauna is bij de confrontatie met *Homo sapiens* kwetsbaar gebleken. Grote herbivoren hoeven zich niet te verstoppen of weg te rennen bij een naderende kat- of hondachtigen. Ze kunnen vertrouwen op hun grootte en kracht om deze predatoren het hoofd te bieden. Bij jagende mensen wordt dit een heel ander verhaal. Het creatieve brein van *Homo sapiens* weet echt wel een manier te vin-



Figuur 7.4 Reuzenhert in tentoonstellingsruimte van Natuurhistorisch Museum Naturalis, Leiden, Nederland.

den om gebruik te maken van deze kolossale eiwit- en vetleveranciers. Naast een efficiënte exploitatie, die verschillende soorten de kop heeft gekost, is er nog een gevolg van hersenvergroting en daarmee het bezetten van veel verschillende ecologische niches. Er is geen plaats meer voor naast elkaar levende rechtopgaande aapmensen of oermensen. Moordende competitie heeft er uiteindelijk voor gezorgd dat er maar een mensachtige overbleef, de mens.

De domesticerende mens gedomesticeerd

Mensen hebben een infantiele apenkop. Uiteraard heb ik deze uitspraak gekozen omdat het opvalt maar letterlijk genomen klopt het ook nog. Infantiel betekent kinderlijk en mensen zijn te beschouwen als naakte (mens)apen. Wat opvalt is dat mensen namelijk een schedel bezitten, die verdacht veel doet denken aan die van een juveniele aap. De schedel van een jonge chimpansee toont, naast dat hij uiteraard kleiner is, een aantal opvallende verschillen met die van een volwassen chimpansee.

- 1 Een opvallend grote hersenschedel en een kleine aangezichts-schedel.
- 2 Geen (robuuste) wenkbrauwboog.
- 3 Een hoger voorhoofd.
- 4 Een veel minder vooruitstekend gezicht.

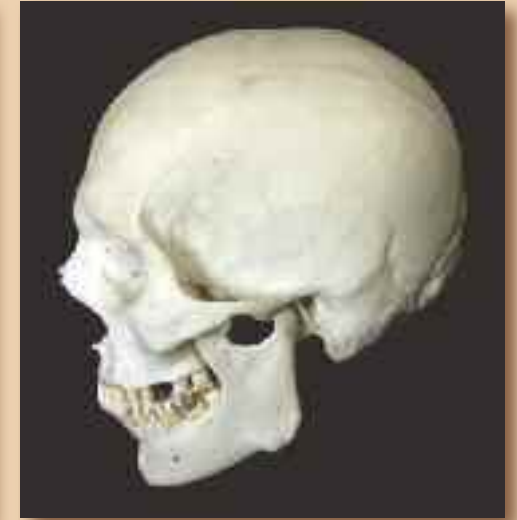
Dit betekent dat, wanneer een chimpansee opgroeit, het gezicht meer uitgroeit dan het deel dat de hersenen omvat, de snuit meer naar voren komt, terwijl er een robuuste wenkbrauwboog ontstaat met een schuin verlopend voorhoofd. Net als babychimpansees toont de schedel van volwassen mensen globaal dezelfde kenmerken: een opvallend grote hersenschedel, geen (robuuste) wenkbrauwboog, een hoog voorhoofd en geen vooruitstekend gezicht. Bij mensen groeien bepaalde delen van de schedel niet zover uit als bij onze naaste verwanten.

De volwassen schedel van *Australopithecus afarensis* vertoont globale gelijkenissen met die van een volwassen chimpansee¹⁵. Beiden bezitten een groot vooruitstekend gezicht met een robuuste wenkbrauwboog en een schuin verlopend voorhoofd. Niet alleen chimpansees maar ook bonobo's en gorilla's hebben een schedelvorm die overeenkomsten vertoont met oude vormen. Het is onze schedel die sterk afwijkt van een volwassen (mens)aap "basisbouwplan". Dat heeft te maken met aanpassingen van het gebit, rechtop lopen en toename van het hersenvolume. Het uiteindelijke resultaat is een schedel die jeugdkenmerken vertoont.

Is er een mechanisme te verzinnen dat (mede) verantwoordelijk is geweest voor de opvallende vormveranderingen van de menselijke schedel in de afgelopen 4 tot 3 miljoen jaar?



Figuur 7.5 Schedels chimpansees, links volwassen, rechts een half jaar oud.



Figuur 7.6 Schedels van mensachtigen. Links aapmens (reconstructie *Australopithecus afarensis*) en rechts mens. Merk op dat de schedel van de mens in verhouding een minder vooruitstekend gezicht heeft en een hersenschedel die (relatief) groot is.

Salamanders hebben doorgaans, zoals het een amfibie betaamt, een tweeslachtig bestaan. Dat wil in dit geval zeggen, een levensfase waarin ze in het water leven en een fase waarin ze vooral op het land leven. Veel amfibieën, zoals kikkers en salamanders, leggen hun eieren in het water waar vervolgens larven uitkomen die hun eerste levensfase in het water doorbrengen. Later, wanneer de metamorfose is voltooid, kruipen ze op het land om daar vervolgens het grootste deel van hun leven door te brengen. Een schoolvoorbeeld is de kikker, die van dikkopje uiteindelijk in kikker verandert, maar bij veel salamandersoorten is dit niet veel anders. Salamanderlarven lijken wanneer ze wat ouder zijn veel op hun ouders maar er zijn, omdat ze een aquatisch bestaan leiden, ook verschillen. De larven zijn vaak anders gekleurd en wat transparanter dan de volwassen dieren en bezitten een bredere staart, waarmee ze zich goed door het water kunnen verplaatsen.

Een belangrijk verschil is de manier waarop ze adem halen: de larven doen dit onder andere met grote opvallende uitwendige kieuwen en de oudere dieren die op het land leven onder andere door middel van longen. (Zowel larven als volwassen salamanders kunnen ook zuurstof opnemen via de huid).

Voordat jonge salamanders op het land kruipen, verdwijnen de grote kwetsbare kieuwen, maar niet altijd. Er zijn salamanders die hun kieuwen behouden en de rest van hun volwassen leven, net als de larven, in het water doorbrengen en zich daar ook voortplanten. Dit is een duidelijk voorbeeld van het vasthouden van een jeugdkenmerk gedurende het volwassen (seksueel actieve) leven; we spreken in zo'n geval van neotenie (neotes = jeugd, tenein = houden)^{12, 82}. Er is een salamandersoort waar het uitblijven van de metamorfose veel voorkomt, de Mexicaanse Axolotl.

Vanuit een evolutionair perspectief gezien is het "teruggrijpen" op jeugdkenmerken een logische stap, aangezien als het ware gebruik wordt gemaakt van hetgeen al aanwezig is in het erfelijk pakket. Er hoeft geen compleet nieuwe structuur aangelegd te worden, er is enkel sprake van het (gedeeltelijk) uitblijven of vertragen van bepaalde ontwikkelingsprocessen. Het is gemakkelijk voor te stellen dat dit soort mutaties regelmatig voorkomen. Zo nu en dan blijven ze behouden, omdat ze een voordeel opleveren. Blijkbaar is het gunstig dat een aantal salamanders niet metamorfoser en hun hele leven in het water doorbrengen.



Figuur 7.7 Marmersalamander, boven volwassen dier, onder larf.

Een vertraging van de ontwikkeling gedurende de evolutie van mensachtigen heeft er uiteindelijk in geresulteerd, dat de schedels van volwassen chimpansees en mensen duidelijk van elkaar verschillen⁷. Vergeleken met een chimpansee verandert onze schedel minder dramatisch.

Als ik de schedels van *Australopithecus* (4 - 2 miljoen jaar geleden), *Homo* (2 miljoen tot 200.000 jaar geleden) en *Homo sapiens* (200.000 jaar geleden tot recent) met elkaar vergelijk, dan valt op dat het aangezicht in de loop van de tijd steeds minder ver uitgroeit. Er is sprake van een globale trend om jeugdkenmerken vast te houden, de hersenschedel wordt relatief gezien steeds groter en het aangezicht steekt steeds minder ver naar voren uit. Neotenie is dus (mede) verantwoordelijk voor de vorm van de menselijke schedel.



Figuur 7.8 Axolotl.

Wij vallen op jeugdige kenmerken, jonge dieren vinden we doorgaans vertederender dan hun ouders. We smelten gemakkelijker bij de aanblik van een plat snuitje, bol hoofd en relatief gezien grote ogen, dan bij het zien van een lange snuit, schuin verlopend voorhoofd en kleine oogjes. Het jeugdige uiterlijk wordt zo sterk door ons gewaardeerd dat we hondenrassen hebben gecreëerd die, ook wanneer ze volwassen zijn, bovenstaande juveniele kenmerken laten zien, zoals bijvoorbeeld de bulldog.

Wat bij laatstgenoemd ras bovendien opvalt, is dat de kaak zo kort is geworden dat er problemen ontstaan wat betreft de positie van de gebitselementen, er is simpelweg ruimtegebrek. Dit doet sterk denken aan de situatie bij de recente mens, waar er eveneens niet zelden sprake is van gebrek aan ruimte om alle gebitselementen een behoorlijke plek te geven. Vandaar dat de tandarts de laatste kies, de zogenaamde verstandskies, nog al eens weghaalt.

Verkorting van de snuit is niet alleen opgetreden bij de domesticatie van de hond, maar ook bij andere zoogdieren zoals runderen en varkens^{89, 90}. Neotenie komt dus niet alleen voor bij salamanders maar ook bij zoogdieren zoals wijzelf en het is kunstmatig te creëren.

De vorm van het gezicht speelt zo'n belangrijke rol bij onze partnerkeuze, dat het niet anders kan dat seksuele selectie mede een rol heeft gespeeld bij de totstandkoming van onze gelaatstrekken. De meeste mannen vallen uiteraard op vrouwelijke gezichten, geen zware wenkbrauwboog met een schuin verlopend voorhoofd maar een glad bol voorhoofd, geen kleine oogjes maar grote ronde kijkers, die je net als een baby doordringend aan kunnen staren.

Anders dan je misschien zou denken, vallen veel vrouwen niet zo maar op supermannelijke gezichten. Menig vrouw heeft een voorkeur voor een man met vrouwelijke trekken in het gezicht. En laat het nu uitgerekend bij vrouwelijke trekken om kenmerken gaan die we aan kunnen treffen bij kinderen. Schedels van mannen en vrouwen zijn vaak van elkaar te onderscheiden, omdat vrouwen juveniele kenmerken, zoals een bol voorhoofd, sterker vasthouden dan mannen. Aardig is om in dit verband op te merken dat veel mannen in de westerse cultuur de beharing van het gezicht weghalen en daarmee (on)bewust een vrouwelijker, kinderlijker, voorkomen creëren. Het is alsof een leeuw z'n manen afscheert of een orang zijn gezichtsflappen afsnijdt. "Blote billen gezichten" komen minder dreigend



Figuur 7.9 Schedels van volwassen honden. Links herder, rechts bulldog. Merk op dat de schedel van de bulldog in verhouding een minder vooruitstekend gezicht heeft en een hersenschedel die relatief groot is.

over en beantwoorden aan de wens van veel vrouwen, om vrouwelijke trekken terug te vinden in het mannengezicht. Zowel mannen als vrouwen waarderen kinderlijke kenmerken in het gezicht, misschien dat het daarom geen verbazing mag wekken, dat we gedomesticeerde dieren creëren met kinderlijke trekken. Schattige “toydogs” met platte snuitjes en een bol hoofd die je met grote ogen aanstaren, reflecteren een deel van onze seksuele voorkeur.

Zowel natuurlijke als seksuele selectie hebben een rol gespeeld bij de totstandkoming van ons gelaat. Aspecten van onze seksuele selectie komen eveneens tot uiting bij kunstmatige selectie, logisch want ze komen voort uit hetzelfde brein.

Heeft de domesticerende mens zichzelf gedomesticeerd? In het begin van de 20^e eeuw werd de term “zelfdomesticatie” waarschijnlijk voor het eerst gebruikt⁹⁰. Als we de schedels van verschillende hondenrassen vergelijken met die van mensachtigen, dan zijn de parallellen zonder meer frappant⁹¹. Zowel bij de domesticatie van bepaalde hondenrassen als bij de evolutie van de mens heeft neotenie een rol gespeeld^{7,92}.

De jongen van wolven hebben een veel kortere snuit dan hun ou-

ders. Een groot aantal hondenrassen, zoals bulldogs, boxers, mops-honden en King Charles spaniels bewaren dit jeugdkenmerk gedurende hun hele leven, net als mensen. Je kunt stellen dat veel honden een infantiele wolvenkop en mensen een infantiele apenkop lijken te bezitten.

Interessant is dat neotenie zich bij deze twee soorten niet beperkt tot de anatomie. Volwassen honden en mensen vertonen namelijk jeugdig gedrag. Bovendien vertonen mensen aan de buitenkant, net als honden, een opvallende uiterlijke variatie; wat betreft kleur (zwart, bruin, wit), haargroei (sluik, golvend, krullend en kroes) en oogkleur (bruin en blauw), terwijl tegelijkertijd de erfelijke variatie opvallend gering is. De combinatie, weinig genetische variatie⁴ met tegelijkertijd een opvallende uiterlijke variatie, is typisch een aspect dat we aantreffen bij huisdieren. Gedomesticeerde dieren vertonen per definitie een geringe erfelijke variatie, omdat er wordt doorge-kweekt met een fractie van een natuurlijke populatie. Tegelijkertijd zien we vaak een grote uiterlijke variatie als gevolg van kunstmatige selectie door de mens. Het is alsof de mens zelf door een proces is ge-gaan, waaraan ze andere dieren onderwerpt.

Toch zijn er belangrijke verschillen, waardoor je niet zomaar kunt zeggen dat er sprake is van een gedomesticeerde mens. Belangrijke vormveranderingen van de schedel bij de evolutie van de mens hebben zich voltrokken in zo’n 4 tot 3 miljoen jaar. De vormveranderingen bij huisdieren hebben in een veel korter tijdsbestek plaats-gevonden, duizenden jaren in plaats van miljoenen.

Terwijl hersenvergroting een belangrijk aspect is bij de evolutie van de mens, zien we bij huisdieren juist een gewichtsafname van de hersenen, bijvoorbeeld bij de hond zo’n 30 tot 34%⁹⁰. Dit neemt niet weg dat de parallellen tussen menselijke evolutie en de domestica-tie van huisdieren stemmen tot nadenken. Er lijkt sprake te zijn van een onderliggend biologisch aspect: neotenie. Net als mopshondjes hebben mensen gedeeltelijk een infantiel zoogdierkoppie, mogelijk ten dele, omdat ze daar zelf voor hebben gekozen.

Zoals Darwin^{1,2} al vermoedde, heeft niet alleen natuurlijke maar ook seksuele selectie een rol gespeeld bij de tot standkoming van het uiterlijk van mensen.



Figuur 7.10 Zowel de wolf (links) en de hond (Mastiff, rechts) kunnen worden beschouwd als dezelfde soort, *Canis lupus*. De Mastiff vertoont behoud van juveniele kenmerken zoals een stompere snuit en hangende oren.



Figuur 7.11 De hond, een gedomesticeerde wolf.

8 De minimens mutant

Minimens van Flores - Microcefalie - Eilandevolucie - Contra-evolutie - Mutant onder de mutanten - En de wereld?

Minimens van Flores

In de laatste 20 jaar zijn er heel wat voerpaginakoppen over de evolutie van de mens voorbijgetrokken, maar het nieuws rond de prehistorische “hobbit” van Flores versloeg echt alle anderen. Je kon het gevoel niet onderdrukken: nog even, en dan komt iemand me vertellen dat het een 1 april grap is.

Maar het was 28 oktober 2004 toen het nieuws van de “hobbit” via het gezaghebbende tijdschrift *Nature* de paleoantropologische wereld op z’n kop leek te zetten. Onder leiding van de Australische archeoloog Mike Morwood waren in de grot Liang Bua op Flores (Indonesië) delen van een menselijk volwassen skelet aangetroffen (LB1), die er op duiden dat de bezitter slechts 1 meter hoog was. De herseninhoud ligt rond de 400 ml.^{71,76}, dus vergelijkbaar met die van aapmensen.

Het gaat in het geval van LB1 niet om een pygmee. Alhoewel pygmeeën klein zijn, zo’n 1,4 - 1,5 meter (dus niet zo klein als LB1), vertonen pygmeeën weinig reductie van de hersengrootte¹¹³. Bovendien wijkt de vorm van de schedel van LB1 af van wat we normaliter zien bij mensen. Deze minimens leefde 18.000 jaar geleden. Dit betekent dat de “hobbit” de mens, bij wijze van spreken, nog vergezeld kan hebben op zijn tocht naar Australië.

Met z’n kleine gestalte en herseninhoud, weinig vooruitstekende gezicht en geringe ouderdom is deze vondst met niets anders in de menselijke stamboom te vergelijken. Geen wonder dat een aantal wetenschappers zich afvraagt of hier inderdaad sprake is van een nieuwe mensachtige soort: *Homo floresiensis*.

Wat is het alternatief? Hoe ongelooflijk het ook klinkt, er is een aantal wetenschappers die denken dat Morwood en z’n collega’s de plank flink mis hebben geslagen. Zij denken dat het gaat om een ziekelijke afwijking van onze soort, *Homo sapiens*.

Dit conflict is naar mijn mening uitermate interessant, belangrijk en soms zelfs vermakelijk. Bedenk dat we in het geval van LB1 de beschikking hebben over veel delen van het skelet en het niet over een



Figuur 8.1 Vooraanzicht schedel mens (links) en “Hobbit” (rechts, afgietsel Naturalis te Leiden), het grootteverschil is duidelijk.

onbenullig stukje kaakfragment hebben. Als wetenschappers zo lijnrecht tegenover elkaar staan wat betreft de interpretatie van zo’n fraai bewaarde vondst, hoe serieus moeten we dan de beschrijving van een soort nemen gebaseerd op slechts fragmenten van een skelet? Eén van de partijen loopt de kans flink op z’n gezicht te gaan. Er staat voor een aantal wetenschappers veel op het spel, hun geloofwaardigheid als wetenschapper en daarmee hun status. Als we dit probleem niet kunnen oplossen hoe geloofwaardig is de paleoantropologie dan nog? Als er dus een probleem is dat aangepakt dient te worden, dan is dat wel de van minimens van Flores.

Eerlijk gezegd wist ik een jaar eerder al dat er iets kleins op Flores was gevonden. Dinsdagochtend 9 september 2003 stap ik, gaar geworden van de vliegreis, bij het vliegveld van Jakarta in een taxi op weg naar Mike Morwood. Drie dagen ervoor had hij me nog een e-mail gestuurd over een recente spannende vondst van menselijke



Figuur 8.2 Bovenaanzicht schedel mens (links) en “Hobbit” (rechts, afgietsel Naturalis te Leiden), het grootteverschil is duidelijk.

resten in de grot Liang Bua. De ontmoeting met Mike zou een snel tussendoortje worden. Ik was naar Java gekomen om naar twee verloren gewaande vindplaatsen te zoeken, waarin onder andere de resten waren aangetroffen van orang-oetans. Dat neemt niet weg dat ik me verheugde om Mike te ontmoeten en wat vondsten van Flores te kunnen zien. Twee paleontologische veteranen vergezelden mij bij deze zoektocht: John de Vos en Hans Brinkerink.

Onder het afdak van een niet te luxe hotelletje in Jakarta, liet Mike ons een tand en wat botfragmenten zien. Niets waarvan wij nu direct uit ons dak gingen. Totdat hij me een tekening liet zien van een schedeltje dat een paar dagen daarvoor was gevonden. Eigenlijk geloofde ik mijn ogen niet. Dit mensachtige schedeltje was zo klein, dit verwacht je in Afrika, niet in Indonesië. Het ging om een tekening! Was de schaal wel correct? Hadden ze de schedel van een makkaak gevonden en had de tekenaar de avond daarvoor te diep in het glaasje gekeken?



Figuur 8.3 Omgeving Punung, Oost Java, Indonesië.



Figuur 8.4 Opgraving van de vindplaats Gunung Dawung, omgeving Punung, Oost Java, Indonesië, september 2003 (op de voorgrond van links naar rechts Paul Storm, Fachroel Aziz en Ngaliman), waar onder andere resten zijn aangetroffen van Orang-oetans. Vandaag de dag komen deze mensapen alleen nog voor op Sumatra en Kalimantan, Indonesië. (© John de Vos)



Figuur 8.5 Hans Brinkerink aan de slag in de vindplaats Gunung Dawung.

1 1
2 2
3 3
4 4
5 5
6 6
7 7
8 8
9 9
10 10
11 11
12 12
13 13
14 14
15 15
16 16
17 17
18 18
19 19
20 20
21 21
22 22
23 23
24 24
25 25
26 26
27 27
28 28
29 29
30 30
31 31
32 32
33 33
34 34
35 35
36 36
37 37
38 38
39 39
40 40
41 41
42 42
43 43
44 44

Voor een goed oordeel over een vondst is één mogelijkheid zonder meer de beste: het origineel bekijken. Mike stelde voor de originele schedel in Jakarta te komen bekijken na terugkomst van ons veldwerk.

Zo gezegd zo gedaan, op 30 september 2003 ontmoetten we Mike in Bandung. Maar helaas, niets was meer mogelijk, zelfs een foto van de schedel mochten we niet zien. Mogelijk bang voor het uitlekken van informatie, waren collega's plotseling niet langer welkom hun vondst te bewonderen. Ze hadden dus echt iets spectaculairs gevonden.

Microcefalie

De eerste kritiek op de aanspraak een nieuwe soort te hebben gevonden, verscheen slechts een paar dagen nadat de vondst in *Nature* was verschenen^{71, 72}. Antropoloog en anatoom Maciej Henneberg publiceerde op 31 oktober 2004 een brief in de "*Adelaide Sunday Mail*", waarin hij aangaf dat het volgens hem om een pathologisch geval gaat van onze soort. Volgens hem lijkt de schedel van Flores op die van een 4000 jaar oude microcefaal die op het Griekse eiland Kreta is gevonden. De term microcefalie slaat op mensen met een te klein hoofd (micro = klein en cephalo = kop). Henneberg staat niet alleen. De bekende Indonesische paleoantropoloog Teuku Jacob (1929-2007) dacht in dezelfde richting.

In 2003 had ik Jacob, de Indonesische "King of Paleoanthropology" thuis nog bezocht; LB1 was toen net gevonden. Ik kon toen nog niet weten naast één van de prominente tegenstanders te zitten van het idee van een nieuwe mensachtige soort.

Helaas gaat het ook niet om een 1 april grap wanneer in het voorjaar van 2005 bekend wordt dat resten van LB1 zwaar zijn beschadigd⁷³. Na het grote succes in de media was er al snel sprake van een conflict tussen het team van Morwood en Jacob.

In november 2004 had Jacob skeletresten meegenomen naar z'n eigen laboratorium. Behalve enkele lange pijpbeenderen werden de resten van de minimens op 23 februari 2005 teruggegeven aan het team. Wat bleek? In het lab van Jacob waren afgietsels gemaakt en de oorspronkelijke fossiele resten waren daardoor in een erbarmelijke toestand beland. Men had de schade nog proberen te herstellen, maar was daar niet bepaald glansrijk in geslaagd.

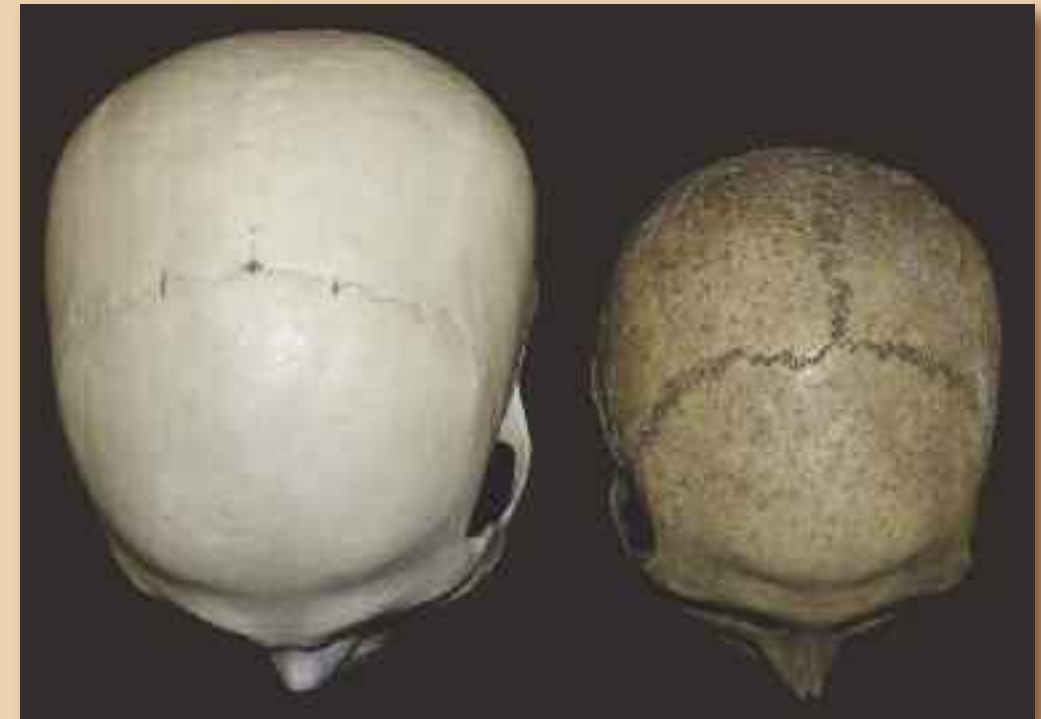
Paleoantropoloog Tim White merkte op dat de equivalent in de wereld van de kunst het vernielen van de Mona Lisa zou zijn en het dan vervolgens proberen te repareren met kauwgom. Zeer pijnlijk voor een paleoantropoloog met zo'n door de jaren heen opgebouwde reputatie. Er is zelfs een foto gepubliceerd van de onderkaak om de verschillen aan te tonen: "Before Jacob" en "After Jacob". Tragisch is uiteraard dat de beschadiging van het originele fossiel het debat "Microcefaal of nieuwe soort?" niet bepaald ten goede komt.

Microcefalie is een vage aanduiding, een term die verwijst naar opmerkelijk kleine schedels, met een schedelcapaciteit die kleiner is dan zo'n 1000 cm³.⁷⁴ Zoals we in tabel 6.1 kunnen zien gaat het dus om een hersenvolume dat ver beneden de variatie ligt die we normaliter bij mensen tegenkomen^{12, 20}. Als wordt beweerd dat het bij LB1 om een microcefaal gaat, dan hebben we met een lastige situatie te maken, omdat deze term niet naar een specifieke afwijking verwijst. Microcefalie is te beschouwen als een paraplueterm waar een aantal afwijkingen onder valt.

Voor een aantal mensen moet het een horrorscène zijn, die ze liever niet betreden, voor degene met een warme belangstelling voor anatomie en/of pathologische afwijkingen, een juweeltje om van te smullen: het Museum Vrolik van het Academisch Medisch Centrum te Amsterdam. Een klein museum vol met allerlei menselijke onderdelen, in dit geval kunnen we spreken van interessante preparaten.

Hier werd ik, gedurende een rondleiding door de anatoom/conservator Roelof-Jan Oostra in het voorjaar van 2007, getroffen door een kleine menselijke schedel met als bijschrift "Mikrocephalie". De schedelcapaciteit is niet bekend, maar de schedel is zo klein dat het zeker om een geval van microcefalie gaat. Gelukkig mocht ik terugkomen om de schedel te onderzoeken. Het toeval wil dat het, volgens het bijschrift, om de schedel van een Javaan gaat.

In het verleden heb ik 105 schedels van Javanen en andere groepen onderzocht: 63 Chinese Koelies, 64 Papoea's en 42 Australische Aboriginals⁴³, zodat ik bevindingen met de microcefaal van Museum Vrolik kon vergelijken met eerder vergaarde data. Globaal gezien is de gehele schedel van deze microcefaal verkleind. De grootte van de hersenschedel, aangezichtsschedel en bovenkaak zijn abnormaal klein en vallen zelfs buiten de range van de regio, Australazië. Het gezicht



Figuur 8.6 Boven aanzicht schedel mens (links) en microcefale mens (rechts, Museum Vrolik, Academisch Medisch Centrum te Amsterdam), het grootteverschil is duidelijk.

is opvallend weinig vooruitstekend, een trend die we ook kunnen waarnemen bij de domesticatie van bepaalde hondenrassen met een verkorte snuit.

Helaas bezit ik geen data over oogkassen, maar het lijkt erop dat de oogkassen van de microcefaal in verhouding hoog zijn, alweer een trend die we mogelijk waar kunnen nemen bij de domesticatie van platsnuitige honden. De grootte van de oogbal lijkt redelijk constant bij honden (straal van 11 mm.), ongeacht de grootte van de hond⁹². Dit betekent dat kleine honden, zoals mopshondjes, verhoudingsgewijs grote ogen hebben.

De tendens van een weinig vooruitstekend gezicht en hoge oogkassen doet denken aan neotenie. Interessant is dat er ook bij de minimens van Flores sprake is van een globale algehele verkleining en er verschillende kenmerken zijn aangetroffen, die duiden op behoud van juveniele eigenschappen zoals de relatief gezien hoge oogkassen⁸¹. Er zijn verschillende redenen waarom een aantal wetenschappers



Figuur 8.7 Zijaanzicht schedel mens (links) en microcefale mens (rechts, Museum Vrolik, Academisch Medisch Centrum te Amsterdam), het grootteverschil is duidelijk.

denkt dat het, in het geval van de minimens van Flores, om een microcefaal van onze eigen soort gaat. LB1 zou een hersenvolume hebben van 417 cc. Dit past in het beeld van 19 onderzochte schedels van microcefalen, waarbij het volume van het brein varieerde tussen de 280 en 591 cc., met een gemiddelde van 404 cc.⁷⁷. Verder zou er bij microcefalen sprake zijn van een grote variatie in vorm (niet zo vreemd als we bedenken dat de term microcefalie verwijst naar een aantal verschillende afwijkingen), LB1 zou hier grofweg mee overeenstemmen⁷⁷.

In het geval van LB1 zou het gaan om een dwerg van onze eigen soort met tekenen van een gestoorde ontwikkeling, inclusief microcefalie⁷⁸.

Eén van de kenmerken die zou kunnen wijzen op het feit dat het niet om onze soort gaat, is het ontbreken van een duidelijke kin. Daarmee zou de “hobbit” een afstammeling kunnen zijn van *Homo erectus*, die eveneens geen kin bezat. Maar de critici wijzen er op dat het ontbreken van een duidelijke kin veel voorkomt bij moderne mensen op Flores, volgens hen geen kenmerk dat wijst op een nieuwe soort.



Figuur 8.8 Vooraanzicht schedel van “Hobbit” (links, afgietsel Naturalis te Leiden) en microcefale mens (rechts, Museum Vrolik, Academisch Medisch Centrum te Amsterdam).

Maar er is wat af te dingen van het idee dat het om een geval van pathologische microcefalie gaat. Naast het feit dat de critici nog niet in staat zijn geweest een foto te laten zien van een microcefaal die lijkt op LB1, zijn er een aantal aspecten die stemmen tot nadenken.

In het geval van de kin lijkt de discussie overspannen. De critici die willen aantonen dat het ontbreken van een duidelijke kin veel voorkomt op het hedendaagse Flores, beelden een foto af in hun artikel⁷⁸ van een inwoner van Flores vanaf de zijkant gefotografeerd. De foto doet daarmee denken aan plaatjes die we normaliter van misdadigers krijgen voorgeschoteld. Op de foto zien we inderdaad een man zonder uitgesproken kin. Maar hoe is het mogelijk, dat vooraanstaande antropologen deze foto gebruiken om te laten zien dat mensen op Flores geen uitgesproken kin hebben, terwijl de discussie uiteraard gaat over de ontwikkeling van de kin zoals te zien op het kale bot van de onderkaak? Voor alle duidelijkheid, er zijn alleen botten aangetroffen van de “hobbit”.

Ze moeten beter weten, een kin beoordelen op het kale bot of met de weke delen er nog om heen verschilt nogal. Om het bot heen is het



Figuur 8.9 Zijgezicht schedel van “Hobbit” (links, afgietsel Naturalis te Leiden) en microcefale mens (rechts, Museum Vrolik, Academisch Medisch Centrum te Amsterdam). De schedel van deze microcefaal blijft herkenbaar als mens (*Homo sapiens*) terwijl de schedel van de “Hobbit” sterk doet denken aan de Javamens (*Homo erectus*).

gelaat gedrapeerd met onderhuids vetweefsel, spieren en huid, hierdoor is de beoordeling van de ontwikkeling van het benig gedeelte van de kin op de foto niet goed mogelijk.

Waarom hebben de critici niet de moeite genomen een onderkaaksbot af te beelden? Er is een tweede onderkaak van een minimens op Flores gevonden, die laat zien dat de onderkaak van de “hobbit” met zijn van de mens afwijkende vorm, geen alleenstaand geval is. De minimens van Flores had relatief gezien lange armen; wijst dit eerder op een pathologie dan op een specifieke soort?

Eilandevolutie

Gelet op al die aapmens- en oermenssoorten die we na 150 jaar lang onderzoek “kennen”, toont de minimens van Flores een vreemd aan- doende mengeling van kenmerken op een relatief gezien jong mo- ment in de tijd. Laat ik een aantal opvallende aspecten noemen.

- 1 Een mensachtig skelet dat duidt op een lichaamslengte van zo’n 1 meter verwacht je meer dan een miljoen jaar geleden in Afrika, niet de laatste 100.000 jaar in Indonesië.
- 2 De grootte van de hersenschedel doet denken aan dat van de Afri- kaanse aapmensen (de geslachten *Australopithecus* en *Paran- thropus*), terwijl de vorm van de binnenkant van de hersensche- del doet denken aan die van de oermens *Homo erectus*⁷⁶.
- 3 De onderkaak lijkt een mix te zijn van *Australopithecus afaren- sis* en *Homo erectus* kenmerken⁵⁴.
- 4 De globale vorm van de schedel is te onderscheiden van het ge- slacht *Australopithecus* en lijkt hier niet op. Het gaat om het ge- slacht *Homo*, maar de relatief gezien lange armen en korte benen zijn weer vergelijkbaar met het geslacht *Australopithecus*⁵⁴.
- 5 Het gedraaide opperarmbeen doet denken aan dat van een ma- kaak⁵⁴.

Zonder meer opvallend afwijkend van datgene dat tot dusver is op- gegraven, waardoor de verleiding groot wordt LB1 als “freak” te be- schouwen. Maar het is de moeite waard om stil te staan bij evoluti- onaire processen die zich op eilanden afspelen. Eilandfauna’s zijn anders van samenstelling dan fauna’s van het continent en de soor- ten wijken vaak af van verwante soorten die we op het vasteland te- genkomen.

Hoe kom je op een eiland en welke dieren bereiken doorgaans ei- landen? Eilanden bereik je door te zwemmen, te vliegen of te drijven. Dieren zoals vogels, vleermuizen en vele insecten kunnen een eiland eventueel door de lucht bereiken. Voor goed in het water bewegende dieren zoals krokodillen, zeeleeuwen en nijlpaarden is eilandkolo- nisatie een gemakkelijk voor te stellen optie. Er worden op eilanden echter ook dieren aangetroffen zoals muizen, die het water waar- schijnlijk zijn overgestoken doordat ze terecht waren gekomen op af- gedreven stukken land of vegetatie.

De afstand van het eiland tot het vasteland is uiteraard van groot belang: hoe verder weg, des te lastiger is het om het eiland te bereiken. Toch hebben grote zoogdieren eilanden weten te bereiken, waar je ze in de eerste instantie niet verwacht.

Waarom worden eilanden met name door planteneters bezet en niet of veel minder door vleeseters? Dit komt waarschijnlijk door het feit dat herbivoren, in tegenstelling tot carnivoren, een lang damkanaal bezitten dat veel gas kan bevatten. Hierdoor hebben planteneters een groter drijfvermogen dan vleeseters en dienovereenkomstig is de kans dat ze op een eiland terechtkomen groter. Het is geen toeval dat olifanten en herten typische eilandkolonisten zijn en bij mijn weten heeft nog nooit een leeuw of tijger een eiland zwemmend weten te bereiken. Tijgers hebben Java weten te bereiken, niet zwemmend maar lopend vanuit Zuidoost Azië. In het verleden is het zeeniveau namelijk een aantal keren een stuk lager geweest dan vandaag de dag en waren eilanden zoals Sumatra, Java en Borneo lopend te bereiken. Bij Flores is dit niet het geval, dit eiland wordt omringd door een diepe zee.

Omdat Australië niet over land bereikbaar is en er vroege bewoningssporen zijn aangetroffen in Australië, mogelijk van zo'n 60.000 jaar oud, weten we dat prehistorische mensen in staat zijn geweest een zee over te steken. Maar hoe zou een oermens, zoals *Homo erectus*, een eiland zoals Flores moeten bereiken?

Mensapen, de groep zoogdieren waar ook de mensachtigen toe worden gerekend, staan niet bekend als eilandkolonisten, zwemmen kunnen ze (met uitzondering van de mens) niet. Vermoedelijk kon *Homo erectus* evenmin zwemmen, het is in ieder geval onwaarschijnlijk dat ze zeestraten over konden zwemmen. Gezien hun eenvoudige werktuigassemblage, het Acheuleen, die gedurende zo'n 1,5 miljoen jaar lang vrijwel ongewijzigd is gebleven, ligt het niet voor de hand te veronderstellen dat ze zeewaardige boten of vlotten konden maken.

Heeft *Homo erectus* Flores weten te bereiken ten tijde van een tsunami⁷⁹? Aardbevingen, uitbarstingen van vulkanen, overstromingen en tsunami's lijken in ons kortdurende leven misschien zeldzaam, maar in de geologische tijdschaal beschouwd zijn ze schering en inslag. Zeker in het gebied van Indonesië waar continentale platen ten opzichte van elkaar verschuiven. Losgerukte stukken land kunnen

worden meegevoerd de zee op om zo op een ander eiland terecht te komen. De kans dat leden van de soort *Homo erectus* op deze manier op Flores terecht zijn gekomen, moet heel klein zijn geweest.

Door de afwezigheid van grote roofdieren op een eiland kunnen de evolutionaire spelregels verschuiven. Heel groot zijn of heel klein zijn hoeven niet langer een voordeel te zijn. Vanuit het perspectief van temperatuurshandhaving lijkt er voor zoogdieren zoiets te bestaan als een ideale grootte. Door hun relatief geringe lichaamsoppervlak dreigen grote zoogdieren in de tropen oververhit te raken. Afrikaanse olifanten lossen dit probleem op door het bloed in hun bewegende grote oren af te laten koelen.

Groot zijn heeft echter ook zijn voordelen, je bent immers veel beter beschermd tegen roofdieren en je kunt grotere afstanden afleggen op zoek naar water en voedsel in tijden van schaarste. Op eilanden is heel groot zijn niet langer een evolutionair voordeel; grote roofdieren ontbreken vaak en er hoeven geen enorme afstanden overbrugd te worden. Grote zoogdieren worden dus vaak kleiner.

Door hun relatief groot lichaamsoppervlak dreigen hele kleine zoogdieren te sterk af te koelen. Ze geven namelijk heel veel warmte af aan hun omgeving. Om te blijven leven moeten ze enorm veel eten. Heel veel tijd zijn ze kwijt met het verzamelen van voldoende calorieën om de "machine" draaiende te houden. Als dit niet lukt, betekent dit onherroepelijk het einde. Door hun geringe grootte zijn ze echter wel in staat zich gemakkelijk in de kleinste holletjes en gaatjes te verschuilen. Komen kleine zoogdieren op een eiland waar geen of veel minder predatoren zijn, dan kunnen ze zich permitteren groter te worden.

Als we er vanuit gaan dat de "hobbit" inderdaad een nieuwe soort is, *Homo floresiensis*, dan zijn er een aantal theoretische mogelijkheden wat betreft de oorsprong van deze mensachtige.

A Het gaat om de afstammeling van een aapmens, bijvoorbeeld *Australopithecus*, die het eiland Flores lang geleden al heeft weten te bereiken.

B Het gaat om een afstammeling van de oermens *Homo erectus*.

C Het gaat om een afstammeling van de mens (*Homo sapiens*).



Figuur 8.10 Op deze tekening, gemaakt door Hans Brinkerink, zijn twee diersoorten te zien die zijn aangetroffen bij paleontologische opgravingen op Sulawesi, Indonesië. Op eilanden worden we vaker geconfronteerd met diersoorten die we niet gewend zijn van het vasteland, zoals kleine olifanten en grote schildpadden.

Optie A lijkt niet waarschijnlijk omdat er tot dusver geen resten van vroege aapmensen in Azië zijn aangetroffen.

Optie B komt dan in beeld, omdat de globale vorm van de schedel doet denken aan die van *Homo erectus*. Anders dan de geslachten *Australopithecus* en *Paranthropus*, die de Indonesische archipel nooit hebben weten te bereiken, is *Homo erectus* vanaf zo'n 1 miljoen jaar geleden wel aanwezig geweest in deze regio, hetgeen deze oermens een aantrekkelijkere kandidaat maakt als voorouder dan de bovengenoemde aapmensen.

Optie C zou in overeenstemming zijn met de late datering en de globale vorm van de schedel van LB1, die wijst in de richting van het geslacht *Homo*. Nadeel van deze optie is het feit, dat de vorm van de schedel niet sterk doet denken aan die van de mens.

Mensachtigen van het geslacht *Homo*, met een volwassen lichaamsgewicht van zo'n 50 tot 70 kg. en een lichaamslengte van zo'n 160 tot 180 cm.¹⁹, zijn relatief gezien grote zoogdieren. De minimens van Flores is, met z'n geschatte lichaamsgewicht tussen de 16 en 36 kg. en lichaamslengte van een meter⁷¹, echt klein. Het lichaamsgewicht was slechts zo'n 45% van het gemiddelde dat we zien bij andere leden van het geslacht *Homo*.

Aangezien *Homo* soorten grote zoogdieren zijn, ligt het dus in de lijn der verwachting dat, wanneer ze op een eiland terechtkomen, er verdwerging op kan treden. LB1 met zijn kleine gestalte past wat dit betreft in het evolutionaire eilandplaatje⁸⁰. Naast het feit dat we op eilanden geconfronteerd kunnen worden met opvallende dwerg- of reuzengroei, zijn er ook vormveranderingen waargenomen, zoals verkorting van de ledematen en snuit⁸¹, kenmerken die we typisch bij juvenielen van zoogdieren aantreffen, neotenie dus. Zowel de verdwerging als de vormveranderingen van LB1 (ten opzichte van andere leden van het geslacht *Homo*) lijken het beeld van een mensachtige eilandvorm niet tegen te spreken.

Contra-evolutie

Opvallende nieuwtjes kunnen leiden tot opvallende covers van tijdschriften. Op de cover van het tijdschrift van *Natuur Wetenschap & Techniek* zien we de afbeelding van een gereconstrueerde "hobbit" die zich voortbeweegt als viervoeter. Zonder meer in het oog vallend, aangezien mensachtigen zich per definitie met name voortbewegen op twee ledematen. De schreeuwende kop die naast het plaatje van de viervoetige mensachtige staat is minimaal zo opvallend: "Contra-evolutie"! Geen uitdrukking die we tegenkomen in handboeken over (menselijke) evolutie^{7, 12, 82, 83}. De vraag is dus wat wordt er bedoeld met deze term?

Het plaatje boven het artikel en de tekst bevestigen hetgeen men kan vermoeden. Van links naar rechts zien we een op handen en voe-

ten voortbewegende vermeende vroege voorouder *Ardipithecus ramidus* (tussen de 6 tot 5 miljoen geleden), gevolgd door twee recht-opgaande mensachtigen, *Australopithecus afarensis* (tussen de 4 en 3 miljoen geleden) en *Homo erectus* (tussen de 2 miljoen en 200.000 jaar) en uiterst rechts uiteindelijk *Homo floresiensis* (tussen de 95.000 en 12.000 jaar geleden) die zich net als *Ardipithecus ramidus* op handen en voeten voortbeweegt. In de tekst kunnen we lezen:

“En opnieuw zal het de tongen losmaken, want tussen de regels door valt te lezen dat de hobbit mogelijk op handen en voeten liep! Met andere woorden, floresiensis was evolutionair gezien weer terug bij af.”

De boodschap is duidelijk, wanneer wordt “teruggegrepen” naar een voorgaande situatie spreekt men van contra-evolutie. Eerst op vier ledematen voortbewegen, dan op twee benen en vervolgens weer op vier ledematen, dat lijkt voor *Natuur Wetenschap & Techniek* tegen evolutie in te gaan (contra = tegen). Maar dat is niet het geval, want bij evolutie is er geen sprake van een onderliggend plan of richting, dus valt er ook nergens tegen in te gaan. Ook al zou de minimens van Flores op handen en voeten hebben gelopen, hetgeen nog niet is aangetoond, dan nog is er geen sprake van contra-evolutie.

Als er één (groep van) organisme is waarbij er demonstratief is “teruggegrepen”, dan is het wel het dier dat Eva verleidde een hap uit de appel te nemen waardoor de ontluikende mensheid verdreven werd uit het paradijs.

Slangen zijn fascinerende dieren, aan de buitenkant globaal gezien een oeroude simpele vorm, een soort van zich voortbewegend touwtje en aan de binnenkant “high tech”. Langwerpige dieren met enkel een kop en een staart, zonder verdere poespas, komen we vaker tegen in het dierenrijk, denk aan de verschillende soorten platwormen, rondwormen en ringwormen.

In de loop van de evolutie van de gewervelden, waarbij vissen zich via amfibieën hebben ontwikkeld tot reptielen, zien we de ontwikkeling van ledematen⁸². De overgang van vissen naar amfibieën heeft zo’n 360 miljoen jaar geleden plaatsgevonden⁸², vanaf het ontstaan van amfibieën, die zich ook kunnen voortbewegen op het land, hebben we te maken met vier ledematen, twee voor en twee achter. Miljoenen jaren lang, tot op de dag van vandaag, heeft dit uitstekend



gewerkt, niet alleen voor amfibieën maar ook voor reptielen, vogels en de groep waar wijzelf toebehoren, de zoogdieren.

Zo’n 130 miljoen jaar geleden ontwikkelden zich uit hagedisachtigen, pootloze vormen, de slangen⁸⁴. Fascinerend, aangezien ze van binnen ver zijn ontwikkeld, net als u en ik hebben ze een brein, hart, lever, etc., maar als we globaal kijken naar de buitenkant, hebben ze als het ware teruggegrepen naar een voorouderlijk pootloos bestaan. Zeer succesvol overigens, want zonder ledematen houden slangen zich al 130 miljoen jaar lang “staande” in het water, onder de grond, op het land en in de bomen.

De gewervelden als groep, moet zich ooit hebben ontwikkeld uit eenvoudige langwerpige pootloze lancetvormige wezens. Maar bij de ontwikkeling van de slangen spreken we echt niet van contra-evolutie maar van evolutie. Natuurlijke selectie kent geen te volgen weg, degenen die met bepaalde eigenschappen minder snel worden uitge-selecteerd, komen in een volgende generatie in grotere getale voor.

Als we er voor het gemak even vanuit gaan dat we inderdaad met een nieuwe soort te maken hebben, dan is het feit dat de minimens van Flores een opvallend kleine herseninhoud heeft gehad dus eveneens geen voorbeeld van contra-evolutie maar van evolutie.

Vanuit het perspectief gezien dat hersenvergroting mede is opge-

treden onder druk van natuurlijke selectie, het bezetten van verschillende niches in verschillende habitats, is hersenverkleining op een eiland niet onlogisch. Het is voor te stellen dat in een beperkte ruimte, zoals op een eiland, het aantal in te vullen niches lager ligt. Als er minder informatie verwerkt hoeft te worden kan de “computer” het met minder geheugenruimte doen. Daar komt bij dat ik heb betoogd, dat we een groot deel van ons volumineuze brein niet alleen te danken hebben aan natuurlijke selectie maar ook aan seksuele selectie.

Een groot brein kost veel energie om te onderhouden. Het is denkbaar dat er wordt bezuinigd op een energievretend orgaan dat ten dele wordt gebruikt om mee te “pronken”. Een deel van de hersenmassa wordt gebruikt voor statusverhoging, om zo hogere ogen te gooien bij de strijd om seks. Wanneer op een eiland de mogelijkheden veel beperkter zijn dan op het continent, dan is het voorstelbaar dat een deel van de hersenen wordt “ingeleverd”.

Mutant onder de mutanten

De discussie rond de minimens van Flores is in twee kampen verdeeld: het gaat om een ziekelijke afwijking van onze eigen soort (microcefalie) of het gaat om een nieuwe sensationele soort (*Homo floresiensis*). Is er een mogelijkheid dat de geleerden uit beide kampen iets waarnemen uit de werkelijkheid, dus eigenlijk alle twee (ten dele) gelijk hebben?

Laten we terug gaan naar de basis: het DNA. Dit molecuul is verre van onkwetsbaar, bij het vermeerderen van DNA sluipen er “fouten” in en deze kunnen worden doorgegeven aan het nageslacht. Wanneer er sprake is van een overerfbare verandering spreken we van een mutatie.

De wetenschapper Armand Leroi⁸⁵ geeft een interessante kijk op mutanten, hij merkt op:

“Als we aannemen dat een gemiddelde mutatie slechts een beperkt nadelig effect heeft op het voortplantingssucces en dus honderden generaties lang blijft bestaan, leidt een schatting van drie nieuwe mutaties per generatie tot de deprimerende conclusie dat de gemiddelde pas verwekte mens driehonderd mutaties herbergt die op de een of andere manier afbreuk doen aan

zijn gezondheid. Niemand ontkomt geheel en al aan deze storm van mutaties. Maar – en dit is noodzakelijk waar – we worden er niet allemaal in dezelfde mate door getroffen. Sommigen van ons worden toevallig geboren met een uitzonderlijk groot aantal beperkte nadelige mutaties; anderen met vrij weinig. En sommigen van ons worden toevallig geboren met slechts een zeer ernstige mutatie, terwijl dat voor de meesten van ons niet geldt. Wie zijn dan de mutanten? Er kan maar een antwoord zijn, een antwoord dat aansluit bij onze alledaagse ervaring van het normale en het pathologische. Wij zijn allemaal mutanten. Maar sommige van ons zijn meer mutant dan anderen.”

Of misschien is het in dit geval beter om te zeggen, opvallender mutant, zoals de minimens van Flores.

Bloed is zo rood omdat het boordevol zit met rode bloedcellen. Ze zijn goed zichtbaar onder een microscoop en omdat het er zo ongelooflijk veel zijn hoeft je er echt niet naar te zoeken. In een kubieke millimeter bloed (dat is minder dan de kop van een speld) zitten namelijk ongeveer 5 miljoen rode bloedcellen en een volwassen mens heeft ongeveer 5 tot 6 liter bloed. Ieder mens bezit dus een enorm aantal van deze cellen.

Rode bloedcellen zijn mooie regelmatig opgebouwde ronde schijfjes met een dikke rand. Je kunt ze ook omschrijven als een soort afgeronde damstenen, maar dan veel kleiner, met in het midden een depressie. Ze zijn bijzonder belangrijk, in de longen nemen ze zuurstof op dat ze vervolgens weer in allerlei delen van het lichaam kunnen afgeven. Zonder rode bloedcellen is leven dus niet mogelijk.

Er is een erfelijke ziekte genaamd sikkcelziekte. Bij mensen met deze ziekte veranderen de rode bloedcellen bij een lage zuurstofconcentratie van vorm, in plaats van fraaie ronde schijfjes krijgen ze de vorm van een sikkkel. Dit is een levensbedreigende situatie omdat het zuurstoftransport verstoord raakt en sikkcelcellen verstoppingen kunnen veroorzaken in kleine bloedvaten en zo de bloedstroom kunnen verstoren.

De afwijking ontstaat door een mutatie van het DNA en kan worden doorgegeven aan het nageslacht. Erfelijke informatie is tweemaal aanwezig, een gen afkomstig van je moeder en een gen afkomstig van je vader. Mensen die de ziekte niet hebben, kunnen we

aanduiden als AA, mensen die de ziekte wel hebben als SS. Mensen die niet ziek zijn, maar het gen voor de ziekte wel bij zich dragen, noemen we AS. Laatstgenoemde groep kunnen het gen voor de ziekte dus wel doorgeven. Heb je de pech dat zowel je moeder als vader drager zijn van het gen, dan loop je de kans de ziekte te krijgen.

Je zou kunnen denken dat onder druk van natuurlijke selectie deze ziekte zeldzaam is, mensen met deze pathologische aandoening zijn immers in het nadeel. Voor grote delen van de aarde is dit inderdaad het geval maar niet overal.

In de jaren 50 van de vorige eeuw kwam men er achter dat sikkelcelziekte vaak voorkomt in gebieden (delen van Afrika en het zuiden van Eurazië) waar ook gevaarlijke vormen van malaria voorkomen. Wat blijkt: de dragers van het sikkelcelgen (AS) zijn relatief gezien beter beschermd tegen malaria dan “normale” mensen (AA)²³. Een fraai voorbeeld van natuurlijke selectie die aan twee kanten werkt²³. “Normale” mensen (AA) hebben een grotere kans te overlijden door malaria, tegelijkertijd sterven mensen met sikkelcelziekte (SS) vaak voordat ze zich hebben kunnen voortplanten. De dragers van de ziekte (AS) zijn in dit geval in het voordeel, mensen met deze combinatie van genen hebben de minste kans vroegtijdig te overlijden.

Dit leert ons dat een mutatie die tot een ziekte kan leiden, in bepaalde omstandigheden voordelig kan zijn en wordt behouden door natuurlijke selectie.

In Pakistan worden kinderen met een bepaalde vorm van microcefalie, vanwege hun smalle gezicht en schuin verlopend voorhoofd, “rat mensen” genoemd⁷⁵. Bij microcefalie gaat het vaak om erfelijke aandoeningen⁷⁴. Het komt in bepaalde families in een hogere frequentie voor, men heeft veranderingen aangetroffen van het erfelijk materiaal (DNA) dat betrokken is bij de groei van de hersenen⁷⁵. Het resultaat kan een brein zijn dat 1/3 van z’n normale omvang bereikt. De omvang dus die we normaliter aantreffen bij aapmensen van het geslacht *Australopithecus* en *Paranthropus*.

Microcefalie is een zeldzame afwijking maar niet in alle gebieden, in Lahor (Pakistan) komt het veel voor. In Pakistan trouwt men vaak binnen de familie en daardoor kan deze afwijking een hoge frequentie bereiken. Erfelijk materiaal betrokken bij microcefalie is zowel bij chimpansees als bij mensen aanwezig⁷⁵. Het zou zo maar kunnen dat verandering van dit erfelijk materiaal (mede) verant-

woordelijk is voor de hersenvergroting die we de afgelopen twee miljoen jaar zien bij mensachtigen.

De minimens van Flores vertoont kenmerken die we ook tegen kunnen komen bij microcefalen en verdwergde eilandvormen. Juist op een eiland, waar er sprake zal zijn van sterke inteelt, kan een op zich zeldzame mutatie de kans krijgen zich te manifesteren. Juist op een eiland waar grote carnivoren ontbreken, is het voor te stellen dat een mutatie, zoals hersenverkleining die op het vasteland nadelig is, niet zomaar wordt weg geselecteerd.

Vanuit het DNA geredeneerd vervaagt de grens tussen pathologisch en gezond (denk aan sikkelcelziekte); het gaat er in essentie immers om of een mutatie onder bepaalde omstandigheden leidt tot een grotere of minder grote overlevingskans. Paleontologen gaan er vanuit dat hetgeen ze opgraven de norm is en niet een uiterst zeldzame afwijking. Dit lijkt voor de “hobbit” inderdaad het geval te zijn.

Er zijn aanwijzingen gevonden dat er maar liefst zeven individuen liggen begraven in de grot van Liang Bua op Flores⁸⁷. Als deze inderdaad allemaal klein zijn, dan was de minimens dus blijkbaar een mutant die bevoordeeld werd onder druk van natuurlijke selectie.

Moeten we door de “hobbit” van Flores de evolutionaire geschiedenis van de mens herschrijven? Zet deze vondst het beeld van onze evolutie op z’n kop? Moet ik het model in dit boek aanpassen? Nee. Ook niet wanneer na grondig onderzoek blijkt dat het inderdaad niet om een “recent” pathologisch geval van onze soort gaat.

De minimens van Flores met zijn afwijkende lichaamsbouw past voorlopig in het evolutionaire eilandplaatje. En dan te bedenken dat eilanden een belangrijke rol hebben gespeeld voor Darwin bij het tot stand komen van de evolutietheorie.

Na zo’n 150 jaar lang paleoantropologisch onderzoek, dat begon in de tweede helft van de 19^e eeuw, is het fossiel bewijs dat de mens, net als alle andere organismen, onderdeel is van evolutionaire processen overweldigend. In de tweede helft van de 20^e eeuw hebben we geleerd, dat de evolutie van mensachtigen heeft geleid tot adaptieve radiatie en uitsterven.

En nu beginnen we ons te realiseren dat mensachtigen, eenmaal geïsoleerd op een eiland terechtgekomen net als vele andere dieren, zich mogelijk kunnen ontwikkelen tot een endemische, van het vasteland afwijkende, vorm. De 21^e eeuw had niet mooier kunnen beginnen.

En de wereld?

En de wereld? Hoeveel zorgen moeten we ons maken? De geschiedenis in het groot overziend¹⁰², vanaf de oerknal tot en met vandaag, niet. Het leven op aarde is een dun vliesje, dat constant aan verandering onderhevig is. Wij veroorzaken op dit moment, als onderdeel van dat vliesje, hoogstwaarschijnlijk niet veel meer dan een rimpeling. Dat neemt niet weg dat we ons zorgen mogen maken over onszelf en een aantal medebewoners.

Ecosystemen om ons heen verdwijnen of veranderen zo snel, dat de vraag is hoelang wijzelf met een aantal andere organismen nog deel uit zullen maken van leefgemeenschappen. Maar de levende wereld, met al z'n verscheidenheid die ontstaat door natuurlijke en seksuele selectie, die draait gewoon door, met of zonder ons. Ooit komt er een einde aan het leven op aarde, niet door de mens, maar door een enorme meteorietinslag. Dit lijkt me een aannemelijker scenario. Zolang dat nog niet het geval is, is mijn voorkeur het dunne vliesje waar wij slechts een onderdeel van zijn, te koesteren.



Figuur 8.12 Evolutie is niet alleen van gisteren maar ook van vandaag en morgen. Hoe de “mens” van de toekomst er uitziet? Dat laat ik over aan de fantasie van de lezer. Hoe dan ook, evolutie gaat door, met of zonder ons.



Reconstructie van de aapmens (*Australopithecus afarensis*) poseert samen met de vader van zijn bouwer, Remie Bakker. (© Remie Bakker)

Foto Paul Storm

Over de auteur

Paul Storm (1959) heeft biologie (HBO, zoölogisch ecologisch analist), culturele antropologie en prehistorie (propedeuse en doctoraal, Universiteit Leiden) gestudeerd. Sinds 1991 publiceert hij over paleoantropologie. In 1995 is hij gepromoveerd op een paleoantropologisch onderzoek aan de Vrije Universiteit te Amsterdam.

Paul heeft jaren lang onderzoek gedaan naar de evolutie van *Homo erectus* en *Homo sapiens* in Australazië, binnen een ecologisch kader. Zijn onderzoek “Searching for Late Pleistocene Modern Humans at Punung, East Java” is in 2003 financieel ondersteund door de Leakey Foundation. Hij verzorgt als freelancer onderwijs over de evolutie van de mens voor onder andere universiteiten en hogescholen en is biologiedocent geweest in het voortgezet onderwijs.

Paul heeft een brede belangstelling voor natuurlijke historie, het observeren van “waterslangen” in de natuur en het kweken ervan is momenteel een levendige hobby, naast zijn belangstelling voor droge botten.

Voor gastlessen zie: www.oermens.nl



Werkruimte Remie Bakker. (© Remie Bakker)

Literatuur

- 1 Darwin C. 1859. *The origin of species by means of natural selection or the preservation of favoured races in the struggle for life*. A mentor book, New York. Oorspronkelijk 6 edities uitgegeven door John Murray, London. Bij de 6e editie, in 1872, vervalt het eerste woord van de titel "On".
- 2 Darwin C. 1871. *The descent of man, and selection in relation to sex*. Penguin books, London.
- 3 Darwin C. & Wallace A. 1858. *On the tendency of species to form varieties; and on the perpetuation of varieties and species by natural means of selection*. Journal of the Proceedings of the Linnean Society of London. *Zoology* 3: 46-50.
- 4 Stone L., Lurquin P.F. & Cavalli-Sforza L.L. 2007. *Genes, culture, and human evolution*. Blackwell Publishing, Malden.
- 5 Morris D. 1967. *The naked ape*. Corgi Books, London.
- 6 Morgan E. 1972. *The descent of woman*. Souvenir Press Ltd., London.
- 7 Lewin R. & Foley R. 2004. *Principles of human evolution*. Blackwell Publishing, Malden.
- 8 Van den Hoek Ostende L.W. 1990. *Tegelen, ons land 2 miljoen jaar geleden*. Teylers Museum, Haarlem.
- 9 Mol D. & Van Essen H. 1992. *De mammoet. Sporen uit de IJstijd*. Uitgeverij BZZTôH, 's-Gravenhage.
- 10 Foley R. 1995. *Humans before humanity*. Blackwell Publishers Ltd, Oxford.
- 11 De Vos J., Sondaar P.Y. & Reumer W.F. 1998. *The evolution of hominid bipedalism*. *Antropologie* XXXVI/1-2: 5-16.
- 12 Jones S., Martin R. & Pilbeam D. 1992. *The Cambridge Encyclopedia of Human Evolution*. Cambridge University Press, Cambridge.
- 13 Brunet M. et al. 2002. *A new hominid from the Upper Miocene of Chad, Central Africa*. *Nature* 418: 145-151.
- 14 Cameron D.W. & Groves C.P. 2004. *Bones, stones and molecules "Out of Africa" and human origins*. Elsevier Academic Press, Amsterdam.
- 15 Johanson D. & Edgar B. 1996. *From Lucy to language*. Cassel Paperbacks, London.
- 16 McNeill Alexander R. 1995. *Op verkenning in de biomechanica. Dieren in beweging*. Natuur & Techniek, Maastricht.
- 17 Goodall J. 1986. *The chimpanzees of Gombe/Patterns of behavior*. The Belknap Press of Harvard University Press, Cambridge.
- 18 Johanson D. & Edey M. 1981. *Lucy: the beginnings of humankind*. Simon & Schuster, New York.
- 19 McHenry H.M. 1992. *How big were early hominids?* *Evolutionary Anthropology* 1: 15-20.
- 20 Holloway R.L. Broadfield D.C. & Yuan M.S. 2004. *The human fossil record. Volume three. Brain endocasts. The Paleoneurological evidence*. Wiley-Liss, Hoboken.
- 21 1981. *De evolutie van de mens. De speurtocht naar ontbrekende schakels*. Natuur en Techniek, Maastricht: 82-87.
- 22 Schick K.D. & Toth N. 1993. *Making silent stones speak. Human evolution and the dawn of technology*. Phoenix, London.
- 23 Lasker G.W. & Tyzzer R.N. 1982. *Physical anthropology*. Holt, Rinehart and Winston, New York.

24 Aiello L. & Dean C. 1990. *An introduction to human evolutionary anatomy*. Academic Press Limited, London.

25 Johanson D. & Shreeve J. 1989. *Lucy's child. The discovery of a human ancestor*. Avon Books, New York.

26 Lewin R. 1987. *Bones of contention. Controversies in the search for human origins*. Simon & Schuster, New York.

27 Leakey R.E. & Lewin R. 1977. *Origins. What new discoveries reveal about the emergence of our species and its possible future*. Macdonald and Jane's, London.

28 Wood B. 1976. *De eerste mensen*. Uitgeverij Helmond, Helmond.

29 Tattersall I. 2003. Once we were not alone. *New look at human evolution*. Special edition Scientific American: 20-27.

30 Goldschmidt T. 1994. *Darwins hofvijver. Een drama in het Victoriameer*. Prometheus, Amsterdam.

31 Konings A. 1990. *Malaŵi cichliden in hun natuurlijke omgeving*. Verduijn cichlids, Zevenhuizen.

32 Tobias P.V. 1967. *Olduvai Gorge. The cranium of Australopithecus (Zinjanthropus) boisei*. Cambridge University Press, Cambridge.

33 Walker A. & Shipman P. 1996. *The wisdom of bones. In search of human origins*. Weidenfeld and Nicolson, London.

34 Walker A. & Leakey R. 1993. *The Nariokotome Homo erectus skeleton*. Harvard University Press, Cambridge.

35 Leakey R.E. 1982. *De oorsprong van de mens*. Natuur en Techniek, Maas-tricht.

36 Fischman J. 2005. *Familieband. De Dmanisi-mens*. National Geographic Nederland België (April): 20-31.

37 Bermúdez de Castro M., Arsuaga J.L., Carbonell E. & Rodríguez J. 1999. *Ata- puerca nuestros antecesores*. Fundación del Patrimonio Histórico de Castilla y León.

38 Wolpoff M.H., Thorne A.G., Jelinek J. & Yinyun, Z. 1994. *The case for sinking Homo erectus. 100 years of Pithecanthropus is enough*. In: J.L. Franzen (Editor), 100 years of Pithecanthropus. *The Homo erectus problem*. Frankfurt am Main: Cour. Forsch. Inst. Senckenberg 171: 341-361.

39 Putman J.J. 1988. *The search for modern humans*. National Geographic 174, 4: 438-477.

40 Foley R. 1987. *Another unique species. Patterns in human evolutionary ecology*. Longman Scientific & Technical, Harlow.

41 Santa Luca A.P. 1980. *The Ngandong Fossil Hominids. A Comparative Study of a Far Eastern Homo erectus Group*. Department of Anthropology Yale University, New Haven.

42 Rightmire G.P. 1992. *Homo erectus: ancestor or evolutionary side branch?* Evolutionary Anthropology 1, 2: 43-49.

43 Storm P. 1995. *The evolutionary significance of the Wajak skulls*. Scripta Geologica 110: 1-247.

44 Anton, S.C. 2001. *Cranial evolution in Asian Homo erectus: the Ngandong ho- minids*. In: (Eds. Sudijono & Fachroel A.), Geol. Res. Dev. Centre, Spec. Publ. 27: 39-46.

45 Vekua A. et al., 2002. *A new skull of early Homo from Dmanisi, Georgia*. Science 297: 85-89.

46 Ascenzi A. Mallegni F. Manzi G. Segre A.G. Segre Naldini E. 2000. *A re-ap-*

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44

praisal of Ceprano calvaria affinities with Homo erectus, after the new recon- struction. Journal of Human Evolution 39: 443-450.

47 Wolfheim J.H. 1983. *Primates of the World. Distribution, abundance, and con- servation*. Harwood Academic Publishers, Chur.

48 Liebenberg L. 2006. *Persistence hunting by modern hunter-gatherers*. Current Anthropology 47, 6: 1017-1025.

49 Haltenorth Th., Diller H. & Smeenk C. 1979. *Elseviers gids van de Afrikaanse zoogdieren*. Elsevier, Amsterdam.

50 Van den Bergh G.D., De Vos J., Sondaar P. & Aziz F. 1996. *Pleistocene zoogeo- graphic evolution of Java (Indonesia) and glacio-eustatic sea level fluctuations: a background for the presence of Homo*. Indo-Pacific Prehistory Association Bul- letin 14 (Chiang Mai Papers 1): 7-21.

51 Ter Haar C. 1934. *Het Ngandong-terras. Rapport over de ontdekking, uitgrav- ing en geologische ligging er van uitgebracht over juli 1934*. Intern rapport Nat- uralis.

52 Weidenreich F. 1951. *Morphology of Solo Man*. Anthropological papers of the American Museum of Natural History, New York 43 (3): 205-290.

53 Brain C.K. 1981. *The hunters or the hunted? An introduction to African cave taphonomy*. The University of Chicago Press, Chicago.

54 Morwood M.J. et al. 2005. *Further evidence for small-bodied hominins from the Late Pleistocene of Flores, Indonesia*. Nature 437: 1012-1017.

55 Jacob T. 1967. *Some problems pertaining to the racial history of the Indonesian region*. Drukkerij Neerlandia, Utrecht.

56 Shutler JR, R., Head J.M., Donahue D.J., Jull A.J.T., Barbetti M.F., Matsu'ura S., De Vos J. & Storm P. 2004. *AMS radiocarbon dates on bone from cave sites in Southeast Java, Indonesia , including Wajak*. Mod.Quaternary Res. SE Asia 18: 89-93.

57 Gould S.J. 1981. *The mismeasure of man*. Penguin books, London.

58 Wright R. 1994. *The moral animal*. Vintage books, New York.

59 De Waal F. 1982. *Chimpansee politiek. Macht en seks bij mensapen*. H.J.W. Becht, Amsterdam.

60 Diamond J. 1997. *Guns, germs and steel. A short history of everybody for the last 13,000 years*. Vintage Random House, London.

61 Shipman P. & Walker A. 1989. *The costs of becoming a predator*. Journal of Hu- man Evolution 18: 373-392.

62 Stringer C. & Gamble C. 1993. *In Search of the Neanderthals*. Thames & Hud- son, London.

63 Trinkaus E. & Howells W.W. 1981. *De Neandertalers*. In: *De evolutie van de mens. De speurtocht naar ontbrekende schakels*. Natuur en Techniek, Maas- tricht: 264-291.

64 Holloway R.L. 1985. *The poor brain of Homo sapiens neanderthalensis: see what you please. Ancestors: the hard evidence*. Alan R. Liss, Inc., New York: 319-324.

65 Krebs C.J. 1978. *Ecology. The experimental analysis of distribution and abun- dance*. Harpenter International Edition, New York.

66 Tierney J., Wright L. & Springen K. 1988. *The Search for Adam and Eve*. News- week, January 11: 38-44.

67 White T. D., Asfaw B, DeGusta D., Gilbert H., Richards G.D. Suwa G. Howell F.C. 2003. *Pleistocene Homo sapiens from Middle Awash, Ethiopia*. Nature 423: 742-747.

68 McDougall I., Brown F.H. & Fleagle J.G. 2005. *Stratigraphic placement and age of modern humans from Kibish, Ethiopia*. Nature 433: 733-736.

69 Lewin R. 1993. *The origin of modern humans*. Scientific American Library, New York.

70 De Waal F. 1988. *Verzoening. Vrede stichten onder apen en mensen*. Het Spectrum, Utrecht.

71 Brown P., Sutikna T., Morwood M.J., Soejono R.P., Jatmiko, Wayhu Saptomo E. & Rokus Awe Due. 2004. *A new small-bodied hominin from the Late Pleistocene of Flores, Indonesia*. Nature 431: 1055-1061.

72 Morwood M.J. et al. 2004. *Archaeology and age of a new hominin from Flores in eastern Indonesia*. Nature 431: 1087-1091.

73 Vergano, D. 2005. *Fresh scandal over old bones*. http://www.usatoday.com/tech/science/discoveries/2005-03-21-hobbit-usat_x.htm

74 Brothwell D.R. 1981. *Digging up bones. The excavation, treatment and study of human skeletal remains*. Oxford University Press, Oxford.

75 Leroi A.M. 2006. *What makes us human?* The Daily Telegraph, London. http://armandleroi.com/media/pdf/AML_journ017.pdf

76 Falk D. et al. 2005. The brain of LB1, *Homo floresiensis*. Science 308: 242-245.

77 Weber J., Czarnetzki A. & Pusch C.M. 2005. Comment on “The brain of LB1, *Homo floresiensis*”. Science 310: 236.

78 Jacob T., Indriati E., Soejono R.P. Hsü K., Frayer D.W., Eckhardt R.B., Kuperavage A.J., Thorne A. & Henneberg M. 2006. *Pygmoid Australomelanesian Homo sapiens skeletal remains from Liang Bua, Flores: population affinities and pathological abnormalities*. Proceedings of the National Academy of Sciences 103, 36: 13421-13426.

79 Crok M. 2005. *De Floresmens werd weer viervoeter. Contra-evolutie*. Natuurwetenschap & Techniek 73/11: 22-30.

80 Storm P. 2006. *De “Hobbit” van Flores: een mensachtige eilandvorm*. Cranium 23/2: 3-14.

81 Van Heeteren A.H. 2006. *Halfing or halfretarded? Homo floresiensis as an island form*. Intern rapport Naturalis en Universiteit Utrecht.

82 Strickberger M. 1996. *Evolution*. Jones and Barlett Publishers, Sudbury.

83 Mayr E. 2001. *What evolution is*. Weidenfeld & Nicolson, London.

84 Dixon D., Jenkins I., Moody R. & Zhuravlev A. 2001. *Cassell's Atlas of Evolution*. Cassel & Co, London.

85 Leroi A. 2005. *Mutanten. Over de (mis)vorming van het menselijk lichaam*. Uitgeverij contact, Amsterdam.

86 Majerus M.E.N. 1998. *Melanism. Evolution in action*. Oxford University Press, Oxford.

87 Balter M. 2004. *Skeptics question whether Flores hominid is a new species*. Science 306: 1116.

88 King R.B. 1988. *Polymorphic populations of the garter snake Thamnophis sirtalis near Lake Erie*. Herpetologica, 44 (4): 451-458.

89 Clutton-Brock J. 1987. *A natural history of domesticated mammals*. British Museum of Natural History, London.

90 Gautier A. 1998. *De gouden kooi. Over het ontstaan van het huisdier*. Hadewijch, Antwerpen.

91 Weidenreich F. 1945. *Apes, giants, and man*. The University of Chicago Press, Chicago.

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44

92 Coppinger R. & Schneider R. 1995. *Evolution of working dogs*. In: (Ed. J. Serpell). *The domestic dog: its evolution, behaviour and interactions with people*. Cambridge University Press, Cambridge: 21-47.

93 Carbonell E. et al. 2008. *The first hominin of Europe*. Nature 452: 465-469.

94 Roebroeks W. 1990. *Oermensen in Nederland. De archeologie van de oude steentijd*. Meulenhoff, Amsterdam.

95 Storm P. 2001. *The evolution of humans in Australasia from an environmental perspective*. In: (Eds. Dam R.A.C. & Van der Kaars S.), *Palaeogeography Palaeoclimatology Palaeoecology. Quarternary environmental change in the Indonesian region*. Elsevier Science B.V.: 363-383.

96 Storm P., Aziz F., de Vos J., Dikdik Kosasih, Sinung Baskoro, Ngaliman & Van den Hoek Ostende L.W. 2005. *Late Pleistocene Homo sapiens in a Tropical Rainforest Fauna in East Java*. Journal of Human Evolution 49: 536-545.

97 Storm P. & De Vos J. 2006. *Rediscovery of the Late Pleistocene Punung hominin sites and the discovery of a new site Gunung Dawung in East Java*. Senckenbergiana lethaea 86 (2): 271-281.

98 Arnold E.N., Burton J.A. & Ovenden D.W. *Elseviers Reptielen- en Amfibieëngids*. 1978. Agon Elsevier, Amsterdam.

99 Roberts R.G., Jones R. & Smith, M.A. 1990. *Thermoluminescence dating of a 50,000-years-old human occupation site in northern Australia*. Nature 345: 153-156.

100 Jones R. 1992. *The human colonisation of the Australian continent*. In (Eds. Bräuer G. & Smith F.H.), *Continuity or Replacement, Controversies in Homo sapiens Evolution*. A.A. Balkema, Rotterdam: 289-301.

101 Thorne A., Grün R., Mortimer G., Spooner N.A., Simpson J.J., McCulloch M., Taylor L. & Curnoe D. 1999. *Australia's oldest human remains: age of the Lake Mungo 3 skeleton*. Journal of Human Evolution 36: 591-612.

102 Spier F. 1996. *The structure of big history: from the big bang until today*. Amsterdam University Press, Amsterdam.

103 Kimbel W.H., Johanson D.C. & Rak Y. 1994. *The first skull and other new discoveries of Australopithecus afarensis at Hadar, Ethiopia*. Nature 368: 449-451.

104 Wolpoff M.H., Wu Xin Zhi, & Thorne A.G. 1984. *Modern Homo sapiens origins: a general theory of hominid evolution involving the fossil evidence from East Asia*. In: (Eds. Smith F.H. & Spencer FR.), *The origins of modern humans: a world survey of the fossil evidence*. Alan R. Liss, New York: 411-483.

105 Thorne A.G. & Wolpoff M.H. 1992. *The multiregional evolution of humans*. Scientific American 266 (4): 76-83.

106 Wolpoff M.H. & Caspari R. 1997. *Race and human evolution*. Simon and Schuster, New York.

107 Morell V. 1995. *Ancestral Passions. The Leakey family and the quest for humankind's beginnings*. Simon & Schuster, New York.

108 Stringer C.B. & McKie R. 1996. *African Exodus. The origins of modern humanity*. Jonathan Cape, London.

109 J.J.A. Bernsen. 1931. *Dagboek*. Naturalis te Leiden.

110 Alemseged Z., Spoor F., Kimbel W.H., Bobe R., Geraads D., Reed D. & Wynn J.G. 2006. *A juvenile early hominin skeleton from Dikika, Ethiopia*. Nature 443: 296-301.

111 De Waal F. 2007. *De aap in ons. Waarom we zijn wie we zijn*. Uitgeverij Contact, Amsterdam.

112 Taylor A.B. & Goldsmith M.L. 2003. *Gorilla biology a multidisciplinary perspective*. Cambridge University Press, Cambridge.

113 Lahr M.M. & Foley R. *Human evolution writ small*. 2004. Nature 431: 1043-1044.

114 Shipman P. 1981. *Life history of a fossil. An introduction to taphonomy and paleoecology*. Harvard University Press, Cambridge.

115 Hall S.S. 2008. *De laatste Neanderthalers*. National Geographic Nederland Belgie (oktober): 54-79.

1	1
2	2
3	3
4	4
5	5
6	6
7	7
8	8
9	9
10	10
11	11
12	12
13	13
14	14
15	15
16	16
17	17
18	18
19	19
20	20
21	21
22	22
23	23
24	24
25	25
26	26
27	27
28	28
29	29
30	30
31	31
32	32
33	33
34	34
35	35
36	36
37	37
38	38
39	39
40	40
41	41
42	42
43	43
44	44



Het aangezichtsgedeelte van Homo heidelbergensis (Arago 21) groots gereconstrueerd tegen een wand in het dorpje Tautavel.



Reconstructie van aapmens krijgt vorm, maker Remie Bakker. Net als dit model, is ook het model gepresenteerd in dit boek nog niet af. De waarheid van vandaag kan er in het licht van morgen anders uitzien. Zo werkt wetenschap.

(© Remie Bakker)