

Bijlage 2- Paleontologie

Dit is de wetenschap die de ontwikkeling van het leven op onze planeet in het geologisch verleden, gebaseerd op fossiele resten of sporen van organismen, bestudeert (citaat WIKI).

a. Fossielen

Het zoeken en bestuderen van fossielen is de basis van onze kennis over de evolutie van het leven op aarde.

Het woord fossiel komt van het Latijnse woord *fossilus* dat uitgegraven en opgegraven betekent. Dat slaat in de wereld van de paleontologie op overblijfselen van planten en dieren van meestal lang geleden.

De samenstellende delen van levende schepsels is na hun dood veelal geen lang bestaan meer beschoren. Onder invloed van zuurstof gaan de overblijfselen tot ontbinding over. De stoffen die daarbij ontstaan dienen daarmee andere levende schepsels weer tot voeding.

Uit de *forensische entomologie* is bekend dat van een vrij liggend lijk in Nederland na 50 dagen alleen een geraamte over is en na een jaar slechts het gebit.

Er zijn echter twee omstandigheden waardoor de dode resten van planten en dieren niet tot ontbinding overgaan.

De eerste kennen we door onze diepvrieskasten: bewaren van bederfelijke waren bij minsten 18 graden onder nul voorkomt bederf.

In de natuur zijn hiervan voorbeelden: complete mammoeten die na hun dood tienduizenden jaren lang geconserveerd bleven in het eeuwige ijs. Het hoeft geen betoog dat het geraken in eeuwig ijs kort na hun dood een groot toeval is. Maar bij grote aantallen mammoeten kan het een keer gebeuren. Door deze gang van zaken heeft de wetenschap zeer veel over dit uitgestorven dier kunnen achterhalen.

Van de tweede omstandigheid kennen we ook voorbeelden uit ons dagelijks leven: een conservenblikje dat tomaten, kattenvoedsel en sardientjes lange tijd voor ons bewaart. Dat is dan te danken aan het verwijderen van zuurstof toen de levensmiddelen in het blik werden gestopt. Ook in de natuur komt dat verschijnsel wel eens voor. Ook hier is elk geval een toevallige gebeurtenis, maar op het totaal van miljarden en miljarden sterfgevallen levert dat toch soms grote aantallen fossielen op. En zo komen we dan op de meest voorkomende vorm van conservering door de natuur: de sedimenten. De verschijnselen van het vorige hoofdstuk, vormen het conservenblikje voor de harde delen van een dier.

Het dier moet dan wel aan zijn eind komen op een plek waar de sedimenten het stoffelijk overschot relatief direct gaan bedekken. Dat kan zijn op de bodem van een meer of zee waar een rivier in uitstroomt of langs de oever van een rivier die regelmatig buiten zijn oevers treedt.

De zachte delen gaan te snel verloren om de conserverende werking van een sediment te ondergaan. Botten en kiezen blijven meestal nog enige tijd bestaan voordat ze tot stof vergaan en dat is vaak genoeg om de langzame opbouw van een sediment te overleven. Dat is namelijk wat gebeurt: de neerdalende korrels, afgesleten van rollende en schuivende keien, bedekken langzaam aan het overschot en sluiten het af van de zuurstof.

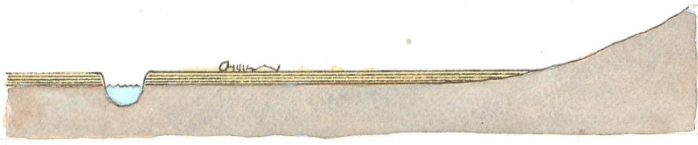
Dieren die hun leven eindigen op plekken waar de sedimentprocessen aan de gang waren hadden dan een grote kans geconserveerd te worden.

Zoals gezegd die plekken bevinden zich op meer- of zeebodems en langs oevers van rivieren. Het zal duidelijk zijn dat hierdoor bosbewoners veel minder kans hebben gefossiliseerd te worden omdat bossen overwegend op hogere delen groeien en bijna nooit met hun voeten in het water komen te staan.

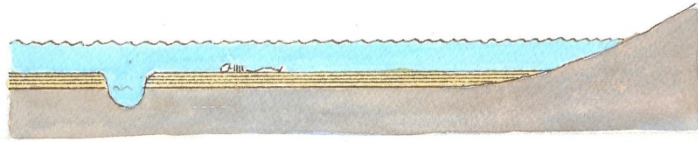
Waterdieren- en planten en dieren die kort na hun dood te water raakten, hebben meer kans tot conservering omdat water de toegang van zuurstof al grotendeels uitsluit.

De kans op toedekking door sedimenten is daar ook groter. Veel fossielen worden daarom gevonden in voormalige waterbodems (zee, meer, rivier).

Ook grotten zijn vaak rijke vindplaatsen van fossielen. Een grot ontstaat door uitspoelen van meestal kalkgesteenten door water. Grotten zijn geliefde verblijfplaatsen van mensachtigen, vanwege bescherming tegen de elementen en roofdieren, en hun geraamten werden soms weer toegedekt door nieuwe afzettingen in die grotten.



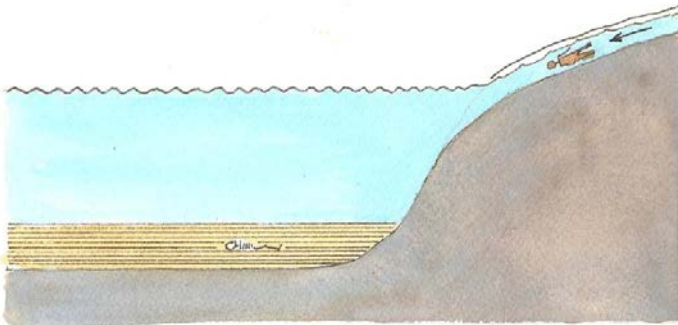
Een hominide komt te sterven in een gebied dat jaarlijks overstroomd wordt door een nabij stromende rivier. Door een toeval blijft het onaangeroerd door aaseters.



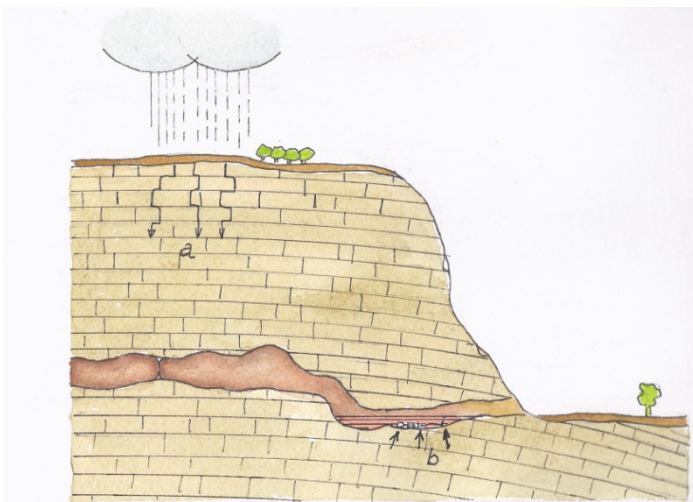
De rivier treedt buiten zijn oevers, de stroming in het bevoelde gebied komt vrijwel tot stilstand, het slijtsel van de rotsen daalt neer en bedekt ook het geraamte.



Na vele seizoenen heeft zich een pakket slijtsel gevormd dat onder druk van de bovenliggende lagen in gesteente verandert. Het skelet is er helemaal in opgesloten. Het aldus gevormde sediment kenmerkt zich door een laagsgewijze structuur veroorzaakt doordat er perioden waren dat het slijtsel anders van samenstelling was.



Een hominide kan ook aan zijn einde komen door verdrinking in een rivier of meer waar sedimentvorming plaats vond.



In sedimentgesteente kunnen grotten ontstaan doordat regenwater langs scheuren en laagafscheidings naar beneden sijpelt (a) en bij het bereiken van de waterspiegel horizontaal wegstroomt en daarbij gesteente oplost waardoor horizontale gangen ontstaan. Deze grotten waren gewilde toevluchtsoorten van o.a. hominiden. Ze werden geconserveerd (b) doordat er opnieuw sedimentvorming optrad door het afvloeiende water waarin het opgeloste grotgesteente zich bevond.

MFhand 5x

Figuur B5 Ontstaan van fossielen

Zoals eerder opgemerkt hebben harde delen van een levend wezen meer kans op conservering dan de zachte delen. Dus van gewervelde dieren zijn meestal de geraamten overgeleverd en daar weer van nog vaker de kiezen en tanden.

De aldus geconserveerde delen ondergaan daarna soms een verandering waarbij de organische moleculen vervangen worden door mineralen. Zo ontstaat er dan een stenen kopie van een bot, die soms de oorspronkelijke structuur nog bezit (Maurice Tucker in een boek van Donovan, 1991)

Soms is het bot volledig opgelost en is er alleen maar een holte in de vorm van het bot in het sediment achtergebleven.

De bovenomschreven wijze waarop fossielen kunnen ontstaan is niet volledig. Er zijn nog andere verschijnselen waardoor dode dieren werden geconserveerd. Bijvoorbeeld doordat ze in teerputten terecht kwamen (in Californië), door een aardverschuiving of vulkaanas bedekt werden of met eeuwig ijs bedekt werden zoals de mammoeten in Siberië. Ook raakten insecten soms terecht in druipend hars uit bomen, hars dat door vaders tijd werd omgevormd tot barnsteen en zo ons een blik gunt op vliegen die miljoenen jaren geleden rondvlogen.

Het is duidelijk dat de kans op fossilisatie bij landdieren veel kleiner is dan bij waterdieren. We weten bijna alles over de ammonieten (een gekamerde schelp in spiraalvorm van een uitgestorven inktvis die men bij wijze van spreken op de markt kan kopen) maar heel mondjesmaat over de hominiden mensachtigen omdat die op het land leefden en minder voorkwamen.

Dan zitten fossielen per definitie diep in aardlagen verstopt en is er een bijzondere omstandigheid nodig om ze te ontdekken.

Door tektonische werking worden meer- en zeebodems soms boven het wateroppervlak gedrukt, sedimentlagen die aldus op het "droge" komen kunnen barsten, afschuiven of door de elementen verweren waardoor fossielen bloot komen te liggen. Als eenmaal op deze wijze fossielen ontdekt zijn dan is dit aanleiding om op die plekken systematisch te gaan graven.

Zo zijn bekende vindplaatsen voor hominiden ontstaan in Oost-Ethiopië (Afar-driehoek), Kenia, Tanzania (Olduvaikloof), Zuid-Afrika en West Europa

U ziet dat de kans dat er een fossiel ontstaat zeer klein is, maar een kleine kans op een onnoemelijk aantal sterfgetallen levert toch nog vele fossielen op. Maar de meesten daarvan blijven voor eeuwig voor ons verborgen omdat ze nu eenmaal onder de grond zitten.

Hoe dan ook en in welke gedaante ook, het fossiel dat aan ons overgeleverd wordt vertelt ons meestal iets over het oorspronkelijke dier: zijn plaats in de historie, de fysieke vermogens, eetgewoonten, levenswijze en vaak nog veel meer. Dank zij de fossielen hebben we ons een beeld kunnen vormen van de ontwikkeling van het leven op aarde.

Voor de laatste 2,5 miljoen kwamen daar de stenen werktuigen nog bij. De vondsten daarvan hebben ons veel geleerd hoe de handigheid en vindingrijkheid van de wordende mens alsmaar groeide.

Fossielen zijn tot 2,5 miljoen jaar geleden feitelijk de enige bron die ons een blik gunt op het verleden van de levende natuur.

De eerste vondst is vrijwel altijd een toeval, hetgeen betekent dat op het totaal aantal fossielen die ooit gevormd zijn we maar een fractie onder ogen hebben gekregen en zullen krijgen. Het betekent ook dat we in de komende tijden nog steeds baanbrekende, zo mogelijk opzienbarende, fossielen zullen ontdekken.

b. Primaten en hominiden

De evolutie van diersoorten die uiteindelijk de mens voortbrachten heeft in een bepaalde opeenvolging plaats gevonden. Elke soort was weer een beetje verder ontwikkeld dan de voorgaande. Uit de fossielen heeft men die voortschrijdende ontwikkeling kunnen aflezen.

Dit leidde tot benoeming van die soorten, in de Latijnse taal, elk met zijn eigen karakteristieken op grond van botvormen, herseninhoud, vorm van een vingerkootje, vorm en grootte van een kies en dergelijke.

Voor de laatste 7 Ma vindt u ze in figuur B6 voorgesteld.

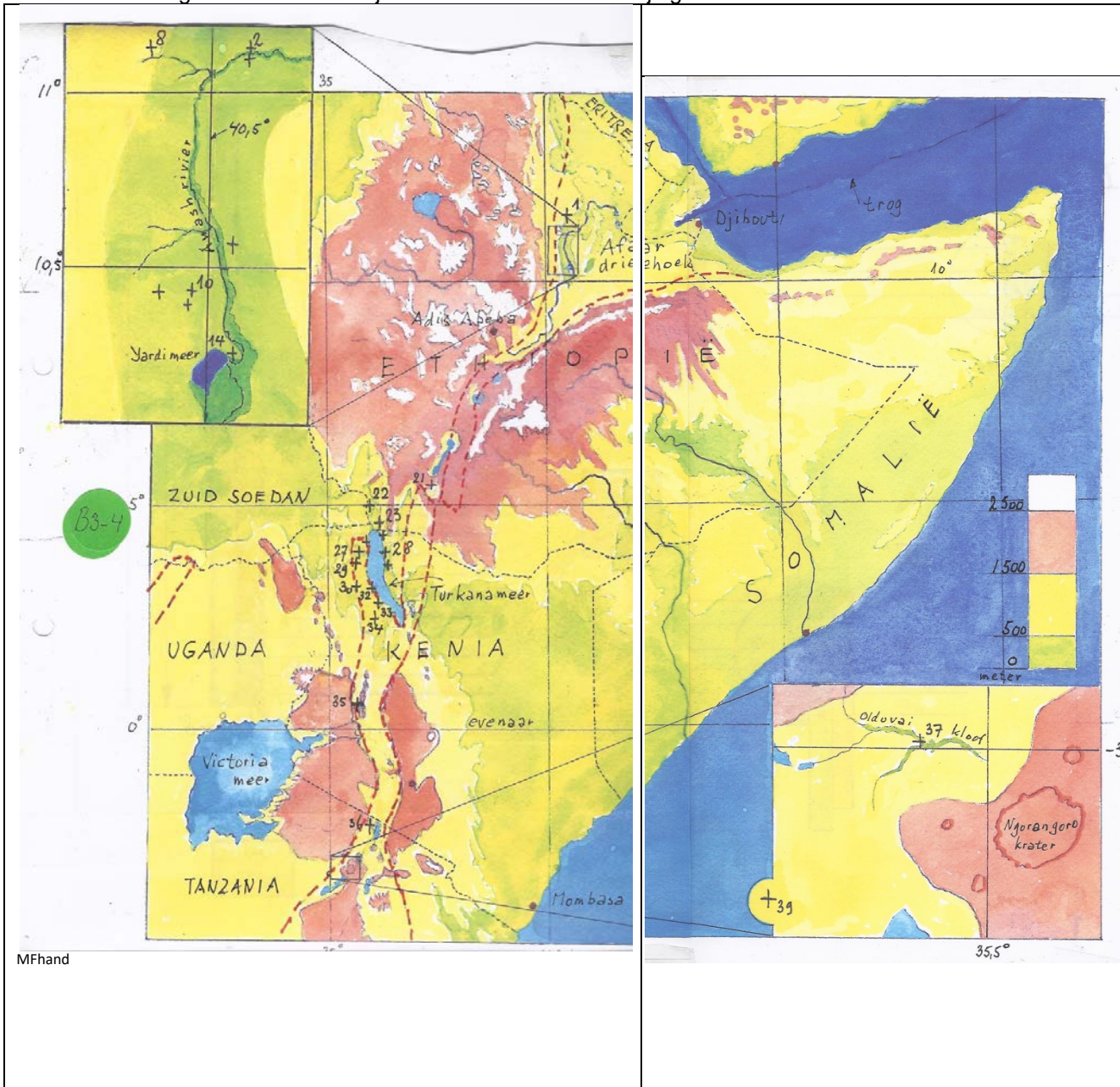
Hierbij moet meteen vermeld worden dat de aangegeven tijdperken niet zo definitief zijn als ze lijken. In de paleontologenwereld is vaak geen overeenstemming of een gevonden bot bij ene of een andere soort hoort. Hierdoor vindt men in de literatuur nogal wat verschillen in de grenzen van de tijdperken. Hier is weergegeven zover het Smithsonian National of Natural History op zijn site over deze soorten dat vermeldt. Waar dat niet het geval is via Google geput uit andere bronnen.

c. Vindplaatsen

De vindplaatsen van hominide-fossielen liggen verspreid over Afrika, Azië en Europa. Echter er zijn sterke aanwijzingen dat het ontstaan van de mens begon in Oost-Afrika en van daaruit zich over de beide andere continenten uitbreidde.

Figuur B7 toont een kaart van Oost-Afrika die de vindplaatsen aldaar aangeeft. Op een paar na betreft dit alle hominiden van figuur B6.

Het gebied met de fossielen kenmerkt zich door een langgerekte strook, de slenk dus waar landmassa's langzaam uit elkaar drijven zoals beschreven in bijlage 1.



Figuur B7 Kaart van Oost-Afrika met vindplaatsen van fossielen van hominiden

De rode stippellijnen geven de riftvallei aan.

Plustekens met nummers stellen de vindplaatsen voor. De betekenis van de nummers wordt in navolgende tabel aangegeven.

Tabel- vindplaatsen van hominide-fossielen in slenkgebied in Oost-Afrika bron extensie 25

Ouderdom fossielen in Ma= miljoenen jaren→					Ouderdom		Soort hominide →		vindplaats↓											
					oudst	jongst														
Kaart-deel	Naam van plaats, gebergte of gebied	Num-mer in kaart	Oriëntatie NB/OL	1	2	3	4	5	6	7	9	11	12	13	14	16	17	20	23	27
				1 Sahelanthropus tchadensis																
				2 Praeanthropus tugenensis																
				3 Ardipithecus kadabba																
				4 Ardipithecus ramidus																
				5 Australopithecus anamensis																
				6 Australopithecus afarensis																
				7 Voetstappen																
				9 Kenyanthropus platyops																
				11 Paranthropus aethiopicus																
				12 Paranthropus boisei ¹⁾																
				13 Australopithecus garhi																
				14 Homo habilis																
				16 Homo erectus																
				17 Homo rudolfensis																
				20 Homo ergaster																
				23 Homo heidelbergensis ²⁾																
				27 Homo Sapiens idaltu																

Middle Awash (uitsnede)	Aramis	10	10,43/40,45																					
	Aramis (10 km ten W. ervan)	11	10,43/40,36																					
	Asa Issie	12	10,39/40,44																					
	As Duma (in Kada Gonadal)	8	11,13/40,32																					
	Belohdelie	7	10,56/40,57																					
	Bodo	6	10,56/40,57																					
	Dikika	3	11,10/40,60																					
	Hadar	2	11,13/40,60																					
	Herto Bouri	14	10,25/40,56																					
	Maka	5	10,56/40,57																					
kaart	Woranso/Mille	1	11,48/40,51																					
	Alia Bay	25	3,56/36,28																					
	Fejej	23	4,59/36,19																					
	Ileret	26	4,31/36,27																					
	Kanapoi (gebied)	34	2,38/36,04																					
	Konso	21	5,43/37,39																					
	Koobi Fora	28	3,91/36,33																					
	Lodwar	30	3,13/35,67																					
	Lomekwi	29	3,90/35,70																					
	Lothagam	33	2,72/36,14																					
				1	2	3	4	5	6	7	9	11	12	13	14	16	17	20	23	27				

		Nariokotome	27	4,13/35,93																
		Peninj (Natronmeer)	36	-2,20/35,93																
		Shungara	22	4,94/35,99				?												
		Tugen Hills	35	0,50/35,75																
		Turkwel	32	3,10/36,10																
	Olduvai (uitsne- de)	Laetoli	38	-3,36/35,01							X									
		Ngaloba	39	-3,36/35,01																11)
		Olduvaikloof	37	-2,99/35,35									Note n- krak er	Twig BY						
		Vindplaatsen buiten slenkgebied									X					X		X	X	

Bron: ext.24

Noten:

- 1) Behoort tot een groep waarover uiteenlopende meningen bestaan.
- 2) Er is geen algemene acceptatie voor deze soorten mensachtige .

Gebruiksaanwijzing tabel en kaart

De tabel bevat de volgende basisgegevens:

ouderdom van de jongste en oudste fossielen (bovenste twee rijen)

wetenschappelijke naam (3^{de} rij, er is een volgnummer toegevoegd voor referentie doeleinden, ontbrekende nummers betreffen soorten die buiten het slenkgebied zijn gevonden)

namen van de vindplaatsen (3 de kolom

De tabel geeft in de 2^{de} kolom een aanwijzing voor de vindplaatsen in de **kaart**.

In de 4^{de} kolom geeft een **nummer** aan waar op de kaart de vindplaats zich bevindt. De getallen bij de kruisjes in de kaarten corresponderen daarmee.

De 5^{de} kolom is bedoeld om het zoeken van de nummers op de kaart te vergemakkelijken. Het geeft de hoogte- en breedteaanduiding in decimalen van graden (eerst de hoogtegraad, schuine streep dan breedte graad; minteken bij hoogtegraad is onder de evenaar, min bij breedtegraad is West van de nul-meridiaan).

Op de kruising van vindplaats en naam van hominide geven gekleurde vakjes aan wat de aard is van de vondsten als volgt:

Skelet (van den meeste essentiële delen is een deel aanwezig)	
Schedel ook als maar fragmenten er deel van uitmaken	
Overig (ook als het een deel van de schedel betreft) Met "overig" wordt bedoeld dat er alleen losse skeletdelen zijn gevonden, heel vaak onder- en bovenkaken, kiezen, tanden en stukjes skelet (in het Engels: postcranial)	

voorbeeld

U wilt weten waar en wat er over de *Homo erectus* is gevonden. U volgt nr.16 naar beneden en vindt een geel vakje bij Herto Bouri (in Oost-Afrika) hetgeen aangeeft dat er losse skeletdelen of kiezen zijn gevonden. Het nummer van de vindplaats is 14 met coördinaten 10,25/40,56. In de uitsnede "Middle Awash" van de kaart van fig. 2b-6 geeft het kruisje met nummer 14 de vindplaats aan.

Verder naar beneden gaande vindt u nog de volgende vindplaatsen:

Koobi Fora (Oost-Afrika), nr. 28, 3,91/36,33

Olduvaikloof (Oost-Afrika). nr. 37, -2,99/35,35

Buiten het slenkgebied zijn ook nog fossielen gevonden.

In het slenkgebied bevinden zich twee verzamelingen van vindplaatsen die ik apart wil vermelden en beschrijven:

De Olduvaikloof

Deze ravijn ligt in het oosten van Tanzania en is ca 50 km lang, zie inzet rechtsonder op kaart.

In de dertiger jaren van de vorige eeuw had Louis Leakey stenen werktuigen gevonden. Vanaf toen begon Leakey, later met zijn vrouw Mary, systematisch te zoeken naar de maker van de werktuigen. Pas in 1959 ontdekte Mary per toeval een bijna complete schedel (het kamp was al opgebroken, ze maakte nog een laatste wandelingetje en zag de schedel uit het zand steken) Ze noemde hem *my*

dear boy, de wetenschappelijke geslachtsnaam werd *Zinjanthropus bosei*, die later nog tweemaal veranderde tot definitief: *Paranthropus bosei*. Wetenschappers berekende de ouderdom op 1,75 Ma. Volgens Louis en Mary was dit de maker van de werktuigen. Een jaar later vond ze een veel fragilere vorm met een iets grotere herseninhoud. Dit moest dan de maker van de werktuigen zijn, die ze *Homo habilis* noemden.

De vondst werd toentertijd als baanbrekend in de ontsluiting van de evolutie naar de mens gezien maar inmiddels is vastgesteld dat het een uitgestorven tak van de menselijke stamboom betreft. Sindsdien heeft deze kloof zich ontwikkeld tot een schatkamer met homonidefossielen en stenen werktuigen. Vele onderzoeksploegen hebben in de loop der tijd nieuwe ontdekkingen gedaan.

Diezelfde Mary Leaky vond in 1976 in het nabijgelegen Laetoli voetafdrukken van twee naast elkaar lopende wezens. Ze liepen 3,5 miljoen jaar geleden door een laag as van de nabijgelegen vulkaan Sadiman. Deze laag veranderde later door vocht in tufsteen waardoor de afdrukken er nog zijn alsof ze kort geleden gepasseerd waren. Deze voetafdrukken werden later opnieuw bedekt door lagen as. De afdrukken zijn verkleinde uitvoeringen vergeleken met een huidige menselijke voetafdruk.

Lucy, kom ik zo dadelijk op, leefde in dezelfde tijd dat deze voetstappen werden gezet. Het lijkt er op dat leden van ditzelfde geslacht de voetstappen hebben achtergelaten. Het plaatsje Laetoli waar voetstappen van hominiden zijn gevonden is nr. 39 in de kaart van figuur B7. Een foto van de voetafdrukken vindt u in figuur 12 van hoofdstuk 4

Deze vondst is misschien de meest spectaculaire van de twintigste eeuw omdat hij zo duidelijk het rechtop lopen van heel vroege mensachtigen overtuigend documenteert.



Figuur B8 Opgraving in het Atapuerca gebergte, Spanje

Het begin van een opgraving is vaak een toevallige vondst van een fossiel. Zoals hier de aanleg van een spoorweg. De opgravingen begonnen in 1965 door Francisco Jordá Cerdá in 1964

Laagje na laagje wordt wegkrabt en zo een hap uit de berg haalt. In de driehoek ziet men duidelijk de sedimentslagen, oorspronkelijk horizontaal en diep weggescholen, maar door tektonische werking omhoog gedrukt en vervormd. Men heeft menselijke resten gevonden vanaf de eerste mens tot aan de Bronstijd

©ext.20

Afar-driehoek

Dit is een gebied in Noord-Ethiopië waar drie tectonische platen van elkaar afdrijven.

Hier vonden in 1974 Donald Johanson, Yves Coppens en Tim White de resten van een mensachtige dat gedateerd werd op ca 3.2 miljoen jaar oud (WIKI). Ze vermoedden dat het een vrouw was en noemden haar Lucy naar het lied "Lucy in the sky with diamonds" van de Beattles dat toen populair was. De wetenschappelijke naam is *Australopithecus afarensis**

Ze was maar 110 cm lang en liep rechtop maar kon zich nog goed in bomen verplaatsen.

Sindsdien heeft deze streek zich ontwikkeld tot een schatkamer met homonidefossielen. Er wordt vrijwel onafgebroken door een onderzoeksploeg naar fossielen gezocht met als resultaat dat het lijstje van figuur B7 alsmäär groeide.



Tot zover de vindplaatsen in Oost-Afrika.

Ik heb deze opgenomen omdat deze een cruciale rol spelen in het *ontstaan* van de mens.

Het complete beeld van de vindplaatsen is veel uitgebreider: vanaf ongeveer 1,5 Ma geleden zijn er ook Homo-fossielen gevonden buiten het slenkgebied, zoals *Homo georgicus* 19 in Georgië. Een groot deel van het homogeslacht is alleen maar aangetroffen in Europa zoals *Homo antecessor* (21). Dat geldt ook voor de oudere homoniden waarvan fossielen van 3 Ma oud zijn gevonden in Zuid-Afrika (*Australopithecus africanus* (10) en *-sediba* (18)).

Foto's van hominide-fossielen zijn te zien in figuur 3 van hoofdstuk 3.

