

Was de Homo Sapiens wel de slimste?

Korte samenvatting

De vergelijking tussen de Homo Sapiens en de Neanderthaler heeft onderzoekers uit verschillende disciplines bezig gehouden. De laatste jaren is duidelijk geworden dat de Neanderthalers intelligenter waren dan voorheen gedacht. Archeologie, paleogenetica waar stamcellen gebruikt werden om organoïden te kweken en biolinguïstiek komen aan bod. De uitkomst verraden we hier nog niet. U zal het artikel door moeten lezen. Wat u waarschijnlijk wel al weet is dat de Neanderthalers uitgestorven zijn. De oorzaak daarvan wordt ook in dit artikel behandeld.

Inleiding

Neanderthalers bieden een belangrijk perspectief op onze eigen biologie. Zowel de anatomisch moderne mens als de Neanderthaler is ontstaan uit een recente gemeenschappelijke voorouder. De Homo Neanderthalensis is 600.000 tot 800.000 jaar geleden afgesplitst van de Homo Sapiens¹. Beide soorten waren jagers-verzamelaars, maar ze ontwikkelden langs onafhankelijke evolutionaire lijnen. Hominini met grote hersenen, maar met contrasterende lichaamsvormen. Op onderstaand beeld zie je die verschillen duidelijk.

1 Gómez-Robles, A. (2019). "Dental evolutionary rates and its implications for the Neanderthal–modern human divergence". *Science Advances*. 5 (5): eaaw1268. Bibcode:2019SciA....5.1268G. doi:10.1126/sciadv.aaw1268. PMC 6520022. PMID 31106274, <<https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC6520022/>>.



Afbeelding 1: [Foto Neanderthaler versus Homo Sapiens (Photo Credit: Nicolas Primola/Shutterstock)]

De robuuste lichaamsbouw van de Neanderthaler was aangepast aan de barre levensomstandigheden tijdens het Pleistoceen in Eurazië. Daar waren ze beland vanuit Afrika, terwijl de Homo Sapiens in Afrika achterbleef tot ongeveer 70.000 jaar geleden.

Omdat Neanderthalers leefden in een gebied met overvloedige kalksteengrotten, waar hun botten goed bewaard bleven, hebben ze veel sporen nagelaten. In Europa werd vanaf de 19de eeuw redelijk wat prehistorisch en archeologisch onderzoek gedaan. De Neanderthalers zijn dan ook bekender dan welke andere archaische mensengroep. De Homo Sapiens, die aanvankelijk enkel in Afrika rond liep, waar skeletten en artefacten veel minder goed bewaard bleven. Daar werd aanvankelijk ook veel minder intens gezocht. Rond 71.000 voor onze tijdrekening begon de Sapiens zich te verspreiden over onze aardbol. Van dan af vind je ook veel meer sporen wereldwijd.



Afbeelding 2: [Kaart vindplaatsen Neanderthaler archeologie (Wikipedia, Locations of Neanderthal finds in Europe and the Levant.)]

Het Pleistoceen kenmerkt zich door een afwisseling van perioden met een gematigd warm klimaat, interglacialen zoals de huidige tijd, en perioden met een overwegend veel kouder klimaat, de zogenaamde glacialen of ijstijden. Tijdens die glacialen kwam de ijskap aan de Noordpool tot in het noorden van Nederland en Duitsland. Aan de rand daarvan was Europa een mammoetsteppe of steppetoendra, een gebied zonder boom- en struiklaag, grenzend aan het poolgebied. Tot de overheersende plantensoorten behoorden grassen, zegge, kruidachtige planten, dwergberk en poolwilg.

De fauna van deze steppe omvatte naast de wolharige mammoet, andere grote zoogdieren zoals de wolharige neushoorn, de muskusos, het rendier, maar ook de uitgestorven steppenwisent en wilde paarden. Op deze kuddedieren werd intens gejaagd door de nomadische Neanderthalers² die voornamelijk vleeseters waren³. Neanderthalers konden waarschijnlijk een breed scala aan

2 Marín, J.; Saladié, P.; Rodríguez-Hidalgo, A.; Carbonell, E. (2017). "Neanderthal hunting strategies inferred from mortality profiles within the Abric Romaní sequence". PLOS ONE. 12 (11): e0186970. Bibcode:2017PLoSO..1286970M. doi:10.1371/journal.pone.0186970. PMC 5699840. PMID 29166384, <<https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC5699840>>.

3 Salazar-García, Domingo C.; Power, Robert C.; Sanchis Serra, Alfred; Villaverde, Valentín; Walker, Michael J.; Henry, Amanda G. (December 18, 2013). "Neanderthal diets in central and southeastern Mediterranean Iberia".

kooktechnieken toepassen, zoals braden, en ze waren mogelijk in staat om soep, stoofpot of dierlijke bouillon op te warmen of te koken⁴.

Ze hadden gesofistikeerde werktuigen, zelfs naald en draad voor hun op maat gemaakte kleding uit de huid van pelsdieren. Andere technologische innovaties waren de bouw van schuilplaatsen met haarden, waarbij botten als brandstof werden gebruikt, en het graven van "ijskelders" voor de opslag van vlees en botten in de permafrost. Ze maakten kunst⁵ en juwelen⁶. En ze zouden zelfs eerder het vuur gebruikt hebben dan de Homo Sapiens⁷.

Er is nog discussie of de Neanderthalers de taalcapaciteit hadden, maar het spraakvermogen hadden ze bijna zeker. Ze deelden met de Homo Sapiens twee evolutionaire mutaties van het FOX2P gen. Dit gen wordt geassocieerd met de controle van spieren in de mond en het gezicht die helpen bij het produceren van spraak⁸. Er is nog discussie over of ze ook een ontwikkelde taalcapaciteit hadden. Sommige onderzoekers stellen dat ze waarschijnlijk enkel spraak hadden maar geen taal. De onderzoekers Dan Dediu en Stephen C. van het Max Planck Instituut voor Psycholinguïstiek in Nijmegen. Levinson stellen in hun artikel in *Frontiers in Language Sciences* dat moderne taal en spraak terug te voeren zijn op de laatste gemeenschappelijke voorouder die we ruwweg een half miljoen jaar geleden deelden met de Neandertalers⁹.

Quaternary International. Paleolithic Ecodynamics in southern Iberia. 318: 3–18. Bibcode:2013QuInt.318....3S. doi:10.1016/j.quaint.2013.06.007. hdl:10550/42242. ISSN 1040-6182. Retrieved February 11, 2024 – via Elsevier Science Direct, <<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1040618213003406>>.

- 4 Krief, S.; Daujeard, C.; Moncel, M.; Lamon, N.; Reynolds, V. (2015). "Flavouring food: the contribution of chimpanzee behaviour to the understanding of Neanderthal calculus composition and plant use in Neanderthal diets". *Antiquity*. 89 (344): 464–471. doi:10.15184/aqy.2014.7. S2CID 86646905, <https://www.researchgate.net/publication/283861536_Flavouring_food_The_contribution_of_chimpanzee_behaviour_to_the_understanding_of_Neanderthal_calculus_composition_and_plant_use_in_Neanderthal_diets>.
- 5 D. L. Hoffmann et al. ,U-Th dating of carbonate crusts reveals Neandertal origin of Iberian cave art.*Science*359,912-915 (2018). doi:10.1126/science.aap7778, <<https://www.science.org/doi/10.1126/science.aap7778>>.
- 6 J. Zilhão, D.E. Angelucci, E. Badal-García, F. d'Errico, F. Daniel, L. Dayet, K. Douka, T.F.G. Higham, M.J. Martínez-Sánchez, R. Montes-Bernárdez, S. Murcia-Mascarós, C. Pérez-Sirvent, C. Roldán-García, M. Vanhaeren, V. Villaverde, R. Wood, J. Zapata, Symbolic use of marine shells and mineral pigments by Iberian Neandertals, *Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A.* 107 (3) 1023-1028, <<https://www.pnas.org/doi/10.1073/pnas.0914088107>>
- 7 K. MacDonald, F. Scherjon, E. van Veen, K. Vaesen, W. Roebroeks, Middle Pleistocene fire use: The first signal of widespread cultural diffusion in human evolution, *Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A.*, <<https://www.pnas.org/doi/10.1073/pnas.2101108118>>.
- 8 Krause, Johannes et al., (2007), The Derived FOXP2 Variant of Modern Humans Was Shared with Neandertals, *Current Biology*, Volume 17, Issue 21, 1908 - 1912, DOI: 10.1016/j.cub.2007.10.008, <<https://doi.org/10.1016/j.cub.2007.10.008>>.
- 9 Dediu D and Levinson SC (2013) On the antiquity of language: the reinterpretation of Neandertal linguistic capacities and its consequences. *Front. Psychol.* 4:397. doi: 10.3389/fpsyg.2013.00397. <<https://www.frontiersin.org/journals/psychology/articles/10.3389/fpsyg.2013.00397/full>>.



Afbeelding 3: [Neanderthaler Grotschildering (Painting in the Chauvet cave, 32,000-30,000 BC. Fine Art Images/Heritage Images via Getty Images)]

Net als bij de mens groeide de schedel van de Neanderthaler langzamer

De hersenpan van de Neanderthaler man is gemiddeld 1.640 cm³ en van de vrouw 1.460 cm³¹⁰, wat aanzienlijk groter is dan de hersenpan van de anatomisch moderne Europese man en vrouw, gemiddeld 1.362 cm³ en 1.201 cm³ respectievelijk¹¹. Voor 28 anatomisch moderne menselijke exemplaren van 190.000 tot 25.000 jaar geleden was het gemiddelde grootte van het brein ongeveer 1.478 cm³, gender buiten beschouwing gelaten. Dit suggereert dat de hersenomvang van de Homo Sapiens sinds het Boven-Paleolithicum is afgenomen¹².

10 Amano, H.; Kikuchi, T.; Morita, Y.; Kondo, O.; Suzuki, H.; et al. (2015). "Virtual reconstruction of the Neanderthal Amud 1 cranium". *American Journal of Physical Anthropology*. 158 (2): 185–197. doi:10.1002/ajpa.22777 <<https://www.zora.uzh.ch/id/eprint/120401/6/AmudPaper.pdf>>.

11 Allen, J. S.; Damasio, H.; Grabowski, T. J. (2002). "Normal neuroanatomical variation in the human brain: an MRI-volumetric study". *American Journal of Physical Anthropology*. 118 (4): 341–358. doi:10.1002/ajpa.10092, <>. <<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/ajpa.10092>>.

12 Balzeau, A.; Grimaud-Hervé, D.; Detroit, F.; Holloway, R. L. (2013). "First description of the Cro-Magnon 1 endocast and study of brain variation and evolution in anatomically modern Homo sapiens". *Bulletins et Mémoires de la Société d'anthropologie de Paris*. 25 (1–2): 11–12. doi:10.1007/s13219-012-0069-z <<https://link.springer.com/article/10.1007/s13219-012-0069-z>>

Maar de Homo Neanderthalensis had niet alleen grotere hersenen, zijn brein doorliep ook een iets langere fase van ontwikkeling dan dat van de anatomisch moderne mens. Dit blijkt uit een onderzoek van Antonio Rosas en zijn team: “The growth pattern of Neandertals, reconstructed from a juvenile skeleton from El Sidrón (Spain)”, gepubliceerd in Science in September 2017. Dat onderzoek suggereert dat de hersenen van de Neanderthalers meer tijd nodig hadden om te groeien dan die van de Homo Sapiens.

Om dit te achterhalen onderzocht het team van paleoantropologen een uitzonderlijk goed bewaard, bijna compleet skelet van een jonge mannelijke Neanderthaler dat werd opgegraven in El Sidrón in Spanje, een vindplaats waar 49.000 jaar geleden Neanderthalers leefden. Om de leeftijd van de jonge gestorven Neanderthaler te bepalen, sneden ze in de tanden van het skelet en telden het aantal groeilagen. Net zoals je de leeftijd van een boom kunt bepalen door het aantal ringen in de stam te tellen. Ze schatten dat de jongen ongeveer 7,7 jaar oud was toen hij stierf.

De schedel van de jonge Neanderthaler was op het moment van overlijden nog aan het ontwikkelen. Zijn hersenen waren slechts 87,5 volgroeid. Op ongeveer dezelfde leeftijd zouden de hersenen van de Homo Sapiens bijna 95 procent van hun volume hebben bereikt hebben. Deze bevindingen suggereren dat het bij Neanderthalers iets langer duurde dan bij anatomisch moderne mensen voordat de hersenen volledig ontwikkeld waren. Ook een aantal wervels van de Neanderthaler jongen waren nog niet vergroeid, hoewel diezelfde wervels bij Homo Sapiens meestal al vergroeien als ze ongeveer 4 tot 6 jaar oud zijn.

Menselijke hersenen bevatten ongeveer twee keer zoveel neuronen als de hersenen van chimpansees en bonobo's. De chimpansee is al volwassen op 12 jarige leeftijd, bij mensen duurt het minstens tot hun 21ste. Dus dachten we dat onze trage lichaamsgroei en breingroei uniek was voor onze soort. Dat klopt dus niet. De onderzoekers stellen dat dit patroon van langzame groei om grote hersenen te ontwikkelen en langzaam volwassen te worden ook gedeeld werd door de Neanderthalers. Vermoedelijk had het Neanderthaler kind zo de mogelijkheid om meer te leren omdat hij er langer de tijd voor had, concluderen ze. Als volwassene zou de jongen dan mogelijk slimmer zijn geweest dan de volwassenen anatomisch moderne mens¹³. Is dit een feit, of is dit een speculatieve interpretatie? In alle geval, 41.000 geleden begonnen de Neanderthalers te verdwijnen om uiteindelijk volledig uit te sterven, net als de Denisovamens. Vergelijken kan niet meer toch blijft het enigma van hun verdwijning ons bezig houden. Een van de belangrijkste redenen voor de voortdurende interesse in het uitsterven van de Neanderthaler is dat het ons indirect iets kan vertellen over onze eigen soort: de factoren die bijdroegen aan de ondergang van onze zustersoort kunnen ons wijzen op de factoren die verantwoordelijk zijn voor ons eigen succes¹⁴.

Wat zegt de paleogenetica?

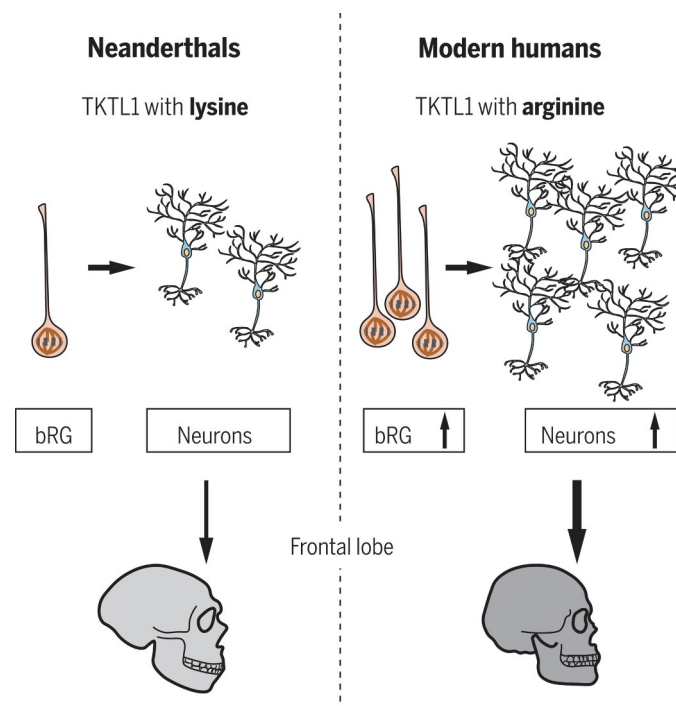
Zoals DNA sporen de forensische onderzoekers toelieten om talloze ‘cold cases’ op te lossen, zo heeft ook de paleogenetica oude hypothesen over onze evolutie overhoop gehaald. Uit het bestuderen van fossiele schedels weten wetenschappers dat de hersenen van een Neanderthaler even

13 Antonio Rosas et al. ,The growth pattern of Neandertals, reconstructed from a juvenile skeleton from El Sidrón (Spain). Science357,1282-1287 (2017). DOI:10.1126/science.aan6463. <<https://www.science.org/doi/10.1126/science.aan6463>>.

14 Vaesen K, Dusseldorp GL, Brandt MJ. An emerging consensus in palaeoanthropology: demography was the main factor responsible for the disappearance of Neandertals. Sci Rep. 2021 Mar 1;11(1):4925. doi: 10.1038/s41598-021-84410-7. Erratum in: Sci Rep. 2021 Apr 13;11(1):8450. doi: 10.1038/s41598-021-88189-5. PMID: 33649483; PMCID: PMC7921565, <<https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC7921565/>>.

groot of zelfs iets groter waren dan die van een anatomisch moderne mens. Onderzoekers weten echter weinig over de ontwikkeling van de hersenen van Neanderthalers omdat zacht weefsel niet goed bewaard blijft in fossielen. Nu heeft een intrigerend onderzoek, dat op 8 september 2022 is gepubliceerd, een potentieel verschil onthuld dat de Homo sapiens, een cognitief voordeel kan hebben gegeven ten opzichte van de Neanderthalers.

Bij het onderzoek werd een gen voor Neanderthaler hersenen ingebracht in muizen, fretten en "mini-hersenen"-structuren, organoïden genaamd, die in het lab werden gekweekt uit menselijke stamcellen. De experimenten toonden aan dat de Neanderthaler versie van dit gen gekoppeld was aan een langzamere aanmaak van neuronen in de hersenschors tijdens de ontwikkeling, wat volgens wetenschappers superieure cognitieve vaardigheden bij anatomisch moderne mensen zou kunnen verklaren. Wetenschappers van het Max Planck Instituut voor Moleculaire Celbiologie en Genetica in Dresden, Duitsland, zeiden dat ze een genetische mutatie hadden geïdentificeerd die de aanmaak van neuronen in de hersenen van Homo sapiens versnelde. De Neanderthaler variant van het gen in kwestie, bekend als TKTL1, verschilt één aminozuur van de anatomisch moderne menselijke variant.



Afbeelding 4: [(Antonio Rosas et al. 2017, TKTL1 and hominin cortical neurogenesis)]

Anneline Pinson, eerste auteur van het onderzoek zei:

"Dit laat ons zien dat, ook al weten we niet hoeveel neuronen de hersenen van Neanderthalers hadden, we kunnen aannemen dat de Homo Sapiens meer neuronen dan de Neanderthaler heeft in de frontale hersenkwab, [waar de activiteit van het gen het hoogst is]" ¹⁵.

15 Anneline Pinson, Lei Xing, Takashi Namba, Nereo Kalebic, Jula Peters, Christina Eugster Oegema, Sofia Traikov, Katrin Reppe, Stephan Riesenberger, Tomislav Maricic, Razvan Derihaci, Pauline Wimberger, Svante Pääbo, Wieland B Huttner: "Human TKTL1 implies greater neurogenesis in frontal neocortex of modern humans than Neandertals", Science. 09. September 2022 doi: 10.1126/science.abl6422. <<https://www.science.org/doi/10.1126/science.abl6422>>.

Meer neuronen staat niet automatisch gelijk aan een slimmer type mens, hoewel het wel de basis van de reken capaciteit van die hersenen is natuurlijk. Maar ook deze studie is al onderhevig aan kritiek. Alysson Muotri, bioloog en expert in stamcel onderzoek aan de 'University of California in San Diego' vond de publicatie te prematuur. Hij zei dat terwijl de dierproeven "een behoorlijk dramatisch verschil" lieten zien in de neuron productie, het verschil subtieler was in de organoïden. Via email deelde hij het volgende ook mee:

"Dit werd slechts in één cellijn gedaan, en aangezien we een enorme variabiliteit hebben met dit protocol van organoïden, zou het ideaal zijn om de experimenten te herhalen met een tweede cellijn."

Verschillende leeromgevingen

Ook als we uitgaan van min of meer gelijke hersencapaciteit bij Neanderthaler en Sapiens, dan is er nog een belangrijke factor die we niet uit het oog mogen verliezen, namelijk de leeromgeving. Bij de jagers-verzamelaars waren dat de ouders/opvoeders en de volwassenen onderling. We vergeten dat onze verre voorouders in de prehistorie ook al aan opvoeding deden^{16 17}. Het andere, misschien wel belangrijkste deel van de leeromgeving waren de volwassenen die waarnemingen, kennis en nieuwe technieken met elkaar deelden face-to-face. En deze reservoir van kennis was bij de Homo Sapiens altijd bijna dubbel zo groot dan bij de Neanderthalers. Concreet hier een eenvoudige tabel met de aantallen van de verschillende lagen van dat netwerk op basis van verschillende archeologische habitat onderzoeken gecombineerd met geografische en etnografische data¹⁸.

-
- 16 Lew-Levy, S., Reckin, R., Lavi, N., Cristóbal-Azkarate, J., & Ellis-Davies, K. (2017). How do hunter-gatherer children learn subsistence skills? A meta-ethnographic review, *Human Nature*, 2017; 28(4): 367–394, Published online 2017 Oct 9. doi: 10.1007/s12110-017-9302-2, <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5662667/>>
- 17 Lew-Levy, S., Lavi, N., Reckin, R., Cristobal-Azkarate, J., & Ellis-Davies, K. (2018). How do hunter-gatherer children learn social and gender norms? A meta-ethnographic review. *Cross-Cultural Research*, 52 213-255. doi: 10.1177/1069397117723552, <<https://journals.sagepub.com/doi/10.1177/1069397117723552>>
- 18 Pearce E, Moutsiou T. Using obsidian transfer distances to explore social network maintenance in late Pleistocene hunter-gatherers. *J Anthropol Archaeol*. 2014 Dec 1;36:12-20. doi: 10.1016/j.jaa.2014.07.002. PMID: 25214705; PMCID: PMC4157217, <<https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC4157217/>>

Network/grouping layer	Modern humans	Neanderthals
Family	6	3
Foraging Party/Dispersed Band	19	10
(Fused) Band	56	31
Periodic Aggregation/Active Network	162	94
Mating Community	503	283
Ethnolinguistic Tribe/Population	1508	848

Het aantal mogelijke contacten voor uitwisseling tussen individuen in een netwerk is niet lineair, maar exponentieel, namelijk $n*(n-1)/2$. Group size matters. Bovendien werkten de jagers-verzamelaars van de anatomisch moderne mens zowel samen met verwanten als niet verwanten, ze maakten daar geen onderscheid in^{19 20 21}. Raar dat sommige hedendaagse mensen problemen hebben met diversiteit, in de prehistorie hadden ze daar veel minder problemen mee. Het netwerk van de moderne jagers-verzamelaars vertoont dus grote gelijkenis met de hedendaagse netwerken in grootsteden. Het was dus in de geest van Karl Popper een ‘open society’.

Waarom is de Neanderthaler dan toch uitgestorven?

Hierover doen zodanig veel verschillende hypothesen de ronde dat het onbegonnen werk is om ze allemaal op te lijsten. Zodoende hebben Krist Vaesen, Gerrit Dusseldorp en Mark Brandt besloten een enquête te houden onder hun collega's op zoek naar een zekere consensus. Op die bevraging hebben 216 paleoantropologen gereageerd. De antwoorden kunnen ingedeeld worden in drie grote groepen: (1) competitie met de anatomisch moderne mensen die zich in Europa begonnen te verspreiden; (2) omgevingsfactoren zoals verandering van het klimaat; en (3) demografische factoren zoals disparate spreiding, inteelt met als gevolg een gebrek aan diversiteit van de genenbasis. De laatste hypothese heeft het gehaald²². Laten we eerst de hypothesen bekijken die het niet gehaald hebben.

De hypothese van de klimaatverandering als oorzaak is niet echt geloofwaardig. De Neanderthalers hebben vele glacialen overleefd gedurende 400.000 jaar en die alternatie van ijstijden en interglacialen (ook klimaatveranderingen) duurde tot bijna 10.000 jaar geleden. Als het zou kloppen zijn ze dus te vroeg verdwenen. Het zou wel een hele aanpassing gevraagd hebben, want na de

-
- 19 Dyble, Mark & Salali, Gul Deniz & Chaudhary, Nikhil & Page, Abigail & Major-Smith, Daniel & Thompson, J & Vinicius, Lucio & Mace, Ruth & Migliano, Andrea. (2015). Human behavior. Sex equality can explain the unique social structure of hunter-gatherer bands. *Science* (New York, N.Y.). 348. 796-8. 10.1126/science.aaa5139, <https://www.researchgate.net/publication/276356710_Human_behavior_Sex_equality_can_explain_the_unique_social_structure_of_hunter-gatherer_bands>.
- 20 Apicella CL, Marlowe FW, Fowler JH, Christakis NA. Social networks and cooperation in hunter-gatherers. *Nature*. 2012 Jan 25;481(7382):497-501. doi: 10.1038/nature10736. PMID: 22281599; PMCID: PMC3340565, <<https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC3340565/>>.
- 21 Apicella, Coren L., Frank W. Marlowe, James H. Fowler, & Nicholas A. Christakis. (2012). Social networks and cooperation in hunter-gatherers, *Nature*, Vol. 481, 26 January 2012, doi:10.1038/nature10736, <<https://greatergood.berkeley.edu/images/uploads/Apicella-CooperationHunterGatherers.pdf>>.
- 22 Vaesen K, Dusseldorp GL, Brandt MJ. An emerging consensus in palaeoanthropology: demography was the main factor responsible for the disappearance of Neanderthals. *Sci Rep*. 2021 Mar 1;11(1):4925. doi: 10.1038/s41598-021-84410-7. Erratum in: *Sci Rep*. 2021 Apr 13;11(1):8450. doi: 10.1038/s41598-021-88189-5. PMID: 33649483; PMCID: PMC7921565, <<https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC7921565/>>.

laatste ijstijd verdween de megafauna waarop ze jaagden en werd Europa al snel bedekt door uitgebreide loofwouden en naaldbossen.

De hypothese van competitie met de Homo Sapiens? De eerste vondsten van artefacten die wijzen op de migratie van de Homo Sapiens naar Europa dateren van 48.000 geleden. Dus de anatomisch moderne mens en de Neanderthaler hebben een vrij lange periode naast elkaar geleefd in Europa²³, maar er zijn geen bewijzen gevonden van genocide. Aangezien er wel bewijzen zijn van 'interbreeding', lijkt genocide echter weinig waarschijnlijk. Neanderthalers en Homo Sapiens hebben trouwens samen kindjes gemaakt²⁴. De invloed van de hybriden op het genoom van de Homo Sapiens bleef echter beperkt. Juric I, Aeschbacher S en Coop G onderzochten of het verlies van de typische Neanderthaler allelen te wijten was aan selectie ertegen, maar vonden slechts een zwak effect. Ze wijzen op het verschil in omvang tussen de twee populaties als oorzaak. Doordat de Homo Sapiens veel talrijker was, is de invloed van 'interbreeding' op zijn genoom daardoor beperkt gebleven²⁵. Paola Villa en Wil Roebroeks trekken in alle geval de vermeende superioriteit van de Homo Sapiens, waardoor Neanderthalers zouden weggeveegd zijn, in twijfel²⁶.

Er werd ook soms gewezen naar de kleine omvang van de totale bevolking van de Neanderthaler, maar alle populaties van hominini waren aanvankelijk eerder klein, ook die van de oorspronkelijke anatomisch moderne mens en die heeft het wel gehaald²⁷. Dus die uitleg is onvoldoende, maar we zijn nu wel al bij de demografie beland, maar we moeten dieper graven. Vaesen K, Scherjon F, Hemerik en Verpoorte A. tonen aan, door simulaties van hun demografische modellen, die ze telkens runs van 10.000 jaar lieten lopen, dat de combinatie van drie demografische factoren, namelijk inteelt, allee effecten en stochasticiteit, volstaan voor de extinctie van de Neanderthalers te verklaren²⁸.

'Inbreeding depression' verwijst naar de vermindering in 'fitness' van individuen, die het gevolg is van paringen tussen genetische verwanten, paringen die dus waarschijnlijker voorkomen in kleine populaties. Inteelt lijkt veel voor te komen bij Neanderthalers. De onderzoekers citeren talrijke studies van genomen op verschillende vindplaatsen, Altai bergen in Mongolië, El Sidrón in Spanje, Vindija grot in Croatia enz., die wijzen op **inteelt** bij de Neanderthalers²⁹. Dit wordt ook bevestigd door breder paleogenetisch onderzoek. Harris en Nielsen schatten dat Neanderthalers door inteelt gemiddeld minstens 40% minder 'fit' waren dan moderne mensen³⁰. Inteelt leidt tot homozygotie,

23 John F. Hoffecker, (2009), The spread of modern humans in Europe, PNAS, September 22, 2009, 106 (38) 16040-16045, <https://doi.org/10.1073/pnas.0903446106>, <<https://doi.org/10.1073/pnas.0903446106>>.

24 Gonzalez-Fortes and Jones et al.,(2017). Paleogenomic Evidence for Multi-generational Mixing between Neolithic Farmers and Mesolithic Hunter-Gatherers in the Lower Danube Basin, DOI: 10.1016/j.cub.2017.05.023, <[https://www.cell.com/current-biology/fulltext/S0960-9822\(17\)30559-6](https://www.cell.com/current-biology/fulltext/S0960-9822(17)30559-6)>.

25 Juric I, Aeschbacher S, Coop G. The Strength of Selection against Neanderthal Introgression. PLoS Genet. 2016 Nov 8;12(11):e1006340. doi: 10.1371/journal.pgen.1006340. PMID: 27824859; PMCID: PMC5100956, <<https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC5100956/>>.

26 Villa P, Roebroeks W. Neandertal demise: an archaeological analysis of the modern human superiority complex. PLoS One. 2014 Apr 30;9(4):e96424. doi: 10.1371/journal.pone.0096424. PMID: 24789039; PMCID: PMC4005592, <<https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC4005592/>>.

27 Pennington R, Hunter-gatherer demography In: Panter-Brick C (ed), Hunter-gathers: an interdisciplinary perspective (Cambridge University Press; 2001, pp. 170–204).

28 Vaesen K, Scherjon F, Hemerik L, Verpoorte A. Inbreeding, Allee effects and stochasticity might be sufficient to account for Neanderthal extinction. PLoS One. 2019 Nov 27;14(11):e0225117. doi: 10.1371/journal.pone.0225117. PMID: 31774843; PMCID: PMC6880983, <<https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC6880983/>>.

29 Vaesen K, Scherjon F, Hemerik L, Verpoorte A. Inbreeding, Allee effects and stochasticity might be sufficient to account for Neanderthal extinction. PLoS One. 2019 Nov 27;14(11):e0225117. doi: 10.1371/journal.pone.0225117. PMID: 31774843; PMCID: PMC6880983, <<https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC6880983/>>.

30 Harris K, Nielsen R, The genetic cost of Neanderthal introgression, Genetics 203(2):881–91 (2016). 10.1534/genetics.116.186890, <<https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC4896200/>>.

hetgeen de kans vergroot dat het nageslacht nadelige effecten ondervindt van recessieve allelen. Inteelt leidt over het algemeen tot een verminderde genetische variatie van populaties.

Die verminderde genetische variatie is dus ook waargenomen in andere paleogenetische research en dat liet ook toe om de sociale structuur van de Neanderthalers te ontcijferen. En die verschilde substantieel van de sociale structuur van anatomisch moderne mens. Uit de analyse van exomen van Neanderthalers uit Spanje, Kroatië en Siberië blijkt dat de genetische diversiteit van Neanderthalers lager was dan die van de huidige mens en het patroon van coderende variatie suggereert dat Neanderthaler populaties klein en geïsoleerd van elkaar waren³¹.

Het staat vast dat Neanderthalers meer verspreid leefden dan de anatomisch moderne mens³². Hier treedt het **allee effect** in werking. De algemeen aanvaarde definitie van het allee effect is positieve dichtheidsafhankelijkheid, of de positieve correlatie tussen populatiedichtheid en individuele 'fitness'. Het wordt ook wel "onderbevolking" genoemd. In die situatie vinden heteroseksuele leden van de groep geen geschikte partner meer. Op die manier is het ook een bijdrage zijn aan extinctie. Alhoewel het allee effect genoemd is naar zijn ontdekker, de ecoloog Warder Clyde Allee, doet het me denken aan 'Tin Pan Alley', een song van de blues gitarist Steve Ray Vaughan. Aan een doodlopend straatje dus.

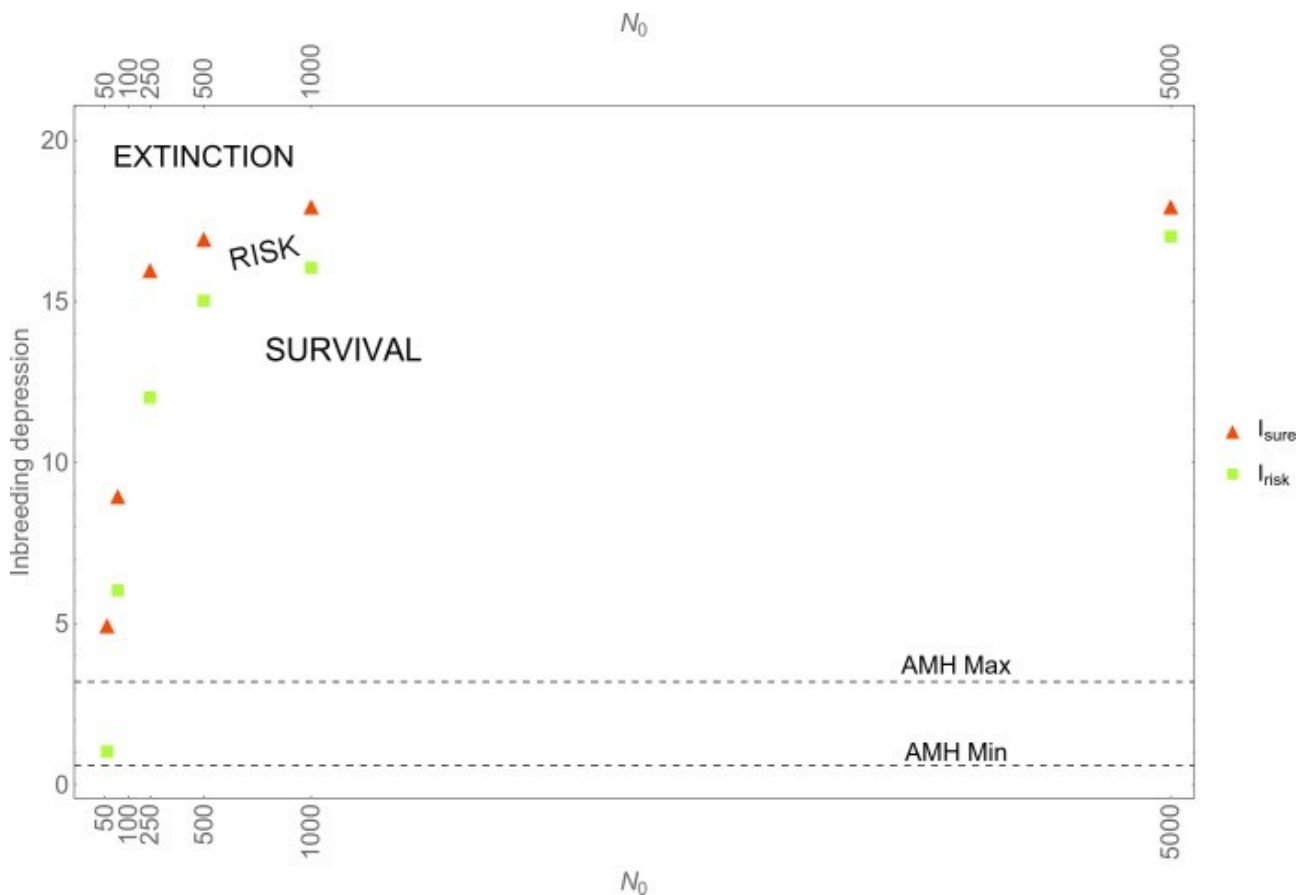
Bovendien kan bij pover samengestelde groepen een lokale tegenslag, virale infectie, dodelijke ziekte of andere ramp een ganse regionale populatie aangetast worden en zelfs verdwijnen. Demografische **stochasticiteit** beschrijft de willekeurige schommelingen in de omvang van een bevolking die optreden omdat de geboorte en dood van elk individu een afzonderlijke en waarschijnlijke gebeurtenis is. Deze onvoorspelbaarheid droeg volgens Vaesen ook bij aan de extinctie van de Neanderthalers³³. Bijvoorbeeld, door het gemiddelde vruchtbaarheidscijfer te verlagen van 0,141 naar 0,137, voor vrouwen, die slechts een kind baren, verandert de populatiedynamiek van Neanderthalers van een stabiele of soms stijgende populatie naar een afnemende populatie in de tijd. Dus een minimale verlaging kan grote gevolgen hebben. Gemiddeld over een periode van 10.000 jaar sterft die populatie uiteindelijk uit³⁴.

31 S. Castellano et al., (2014), Patterns of coding variation in the complete exomes of three Neandertals, Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A. 111 (18) 6666-6671, <<https://doi.org/10.1073/pnas.1405138111>>.

32 Bocquet-Appel, J.; Degioanni, A. (2013). "Neanderthal demographic estimates". Current Anthropology. 54: 202–214. doi:10.1086/673725. S2CID 85090309, <<https://www.journals.uchicago.edu/doi/10.1086/673725>>.

33 Vaesen et al., 2019.

34 Degioanni A, Bonenfant C, Cabut S, Condemi S. Living on the edge: Was demographic weakness the cause of Neanderthal demise? PLoS One. 2019 May 29;14(5):e0216742. doi: 10.1371/journal.pone.0216742. PMID: 31141515; PMCID: PMC6541251, <<https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC6541251/>>.



Afbeelding 5: [Vaesen et al., 2019, Inbreeding and Stochasticity] Op de x-as is de grootte van de populatie bij aanvang uitgezet. Op de y-as is dat de mate van 'Inbreeding Depression' als percentage. De grafiek toont drie regimes: onder de onderste, groene vierkanten kunnen populaties naar verwachting overleven (SURVIVAL); boven de bovenste, rode driehoeken sterven populaties uit (EXTINCTION); populaties daartussen lopen het risico uit te sterven (RISK). Het laatste regime is waar stochastische effecten optreden, met hogere risico's op uitsterven dicht bij de bovenste, rode driehoeken

Een interdisciplinair team van 35 onderzoekers analyseerde genetische data van 13 Neanderthalers uit twee Midden-Paleolithische vindplaatsen in het Altaigebied in Zuid-Siberië, uit de Chagyrskaya-grot en 2 uit de Okladnikov-grot - waarmee dit een van de grootste genetische studies van een Neanderthaler populatie tot nu toe is. Ze gebruikten hybridisatie om genoom brede nucleaire gegevens te verkrijgen, evenals mitochondriale en Y-chromosoomsequenties. Sommige Chagyrskaya individuen waren nauw verwant, waaronder een vader-dochter paar en een paar tweedegraads familieleden, wat erop wijst dat ten minste enkele van de individuen op hetzelfde moment leefden. Tot een derde van het genoom van deze individuen had lange segmenten van homozygositeit, wat suggereert dat de Chagyrskaya Neanderthalers deel uitmaakten van een kleine gemeenschap. Daarnaast is de Y-chromosoom diversiteit een orde van grootte lager dan de mitochondriale diversiteit, een patroon dat volgens hen het beste verklaard kan worden door migratie van vrouwen tussen gemeenschappen. De gepresenteerde genetische gegevens geven dus een gedetailleerde documentatie van de sociale organisatie van een geïsoleerde Neanderthaler

gemeenschap in het meest oostelijke deel van hun bekende verspreidingsgebied³⁵. De sociale structuur van die groep suggereert dus eerder een patriarchale ordening, totaal verschillend van de gender egalitaire structuur van de oorspronkelijke anatomisch moderne mens^{36 37 38 39 40}.



Afbeelding 6: [(Wikipedia, Expansion of early modern humans from Africa)]

Discussie

Blijft over de vraag waarom slaagden de anatomisch moderne mensen er wel in om grote groepen te vormen, met een open structuur, en continu samen te werken met niet verwanten, terwijl de Neanderthalers daar niet in slaagden. Ook dit moet bijna zeker een genetische basis gehad hebben. En inderdaad die was er. De mutatie van het BAZ1B gen gaf aanleiding tot auto-domesticatie van de Homo Sapiens via seksuele selectie, waardoor zijn reactieve agressie afnam en hij veel prosociaal werd⁴¹. Darwin formuleerde de hypothese van auto-domesticatie en seksuele selectie als

35 Skov, L., Peyrégne, S., Popli, D. et al. Genetic insights into the social organization of Neanderthals. *Nature* 610, 519–525 (2022). <https://doi.org/10.1038/s41586-022-05283-y>, <<https://www.nature.com/articles/s41586-022-05283-y>>.

36 Walker, Robert S., Kim R. Hill, Mark V. Flinn, Ryan M. Ellsworth, (2011). Evolutionary History of Hunter-Gatherer Marriage Practices, *PlosOne*, Published: April 27, 2011 <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0019066> <<https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0019066>>.

37 Endicott, Kirk M. & Karen L. Endicott, (2008). *The Headman was a Woman, The Gender Egalitarian Batek of Malaysia*, Waveland Press Inc., ISBN 978-1-57766-526-7.

38 Felton, Silke & Heike Becker, (2001). *A Gender Perspective on the Status of the San in Southern Africa*, Legal Assistance Centre (LAC), Windhoek April 2001, <<https://www.lac.org.na/projects/lead/Pdf/sangend.pdf>>.

39 Lew-Levy, S., Lavi, N., Reckin, R., Cristobal-Azkarate, J., & Ellis-Davies, K. (2018). How do hunter-gatherer children learn social and gender norms? A meta-ethnographic review. *Cross-Cultural Research*, 52 213-255, <<https://doi.org/10.1177/1069397117723552>>.

40 Marlowe, W. Frank, (2005). Hunter-Gatherers and Human Evolution, *Evolutionary Anthropology* 14:54–67, 2005, <https://doi.org/10.1002/evan.20046>, citations: 360, <https://www.academia.edu/12030949/Hunter_gatherers_and_human_evolution>.

41 Matteo Zanella et al., Dosage analysis of the 7q11.23 Williams region identifies BAZ1B as a major human gene patterning the modern human face and underlying self-domestication. *Sci. Adv.* 5, eaaw7908 (2019). DOI:10.1126/sciadv.aaw7908, <<https://www.science.org/doi/10.1126/sciadv.aaw7908>>.

eerste⁴². Maar hij verliet deze hypothese omdat hij er geen zinnige materiële verklaring voor vond. Toen Darwin zijn ‘The Origin of Species’ (1859) publiceerde had hij nog geen gedetailleerde theorie van erfelijkheid, een manco dat hij probeerde op te vullen in zijn boek ‘The Variation of Plants and Animals under Domestication’ (1868)’. Sommige onderdelen van de theorie van Darwin, met name de bronnen van variatie en de mechanismen van overerving, waren vanwege de beperkte beschikbare informatie in Darwins tijd vaag of onjuist in zijn oorspronkelijke formulering. Sindsdien is elk van de kernaspecten van het mechanisme opgehelderd en goed gedocumenteerd, waardoor de moderne theorie van natuurlijke selectie veel gedetailleerder en krachtiger onderbouwd is dan toen deze 150 jaar geleden voor het eerst werd voorgesteld⁴³.

Decennia voordat er sprake was van een genetische wetenschap, trok Darwin zijn conclusies op basis van gegevens van dieren- en plantenkwekers en dus op basis van observaties van gedomesticeerde dieren en planten. Maar hij vond geen verklaringen die vandaag nog stand houden voor de variaties die optreden bij gedomesticeerde dieren⁴⁴. Domesticatie was een ingreep van de mens en dat was voor Darwin een artificieel proces en meer kon hij daarover niet vinden op dat moment.

Had Darwin kennis gehad van de genetica dan was het een ander verhaal geweest. Maar hij kende het werk van Gregor Mendel, de grondlegger van de genetica, niet^{45 46}. Hij baseerde zich enkel op de fenotypische variatie voor zijn theorie van natuurlijke selectie – dat was al een krachttoer op zich. Pas toen de genetica op wetenschappelijk basis werd bestudeerd kon echt naar een zinnige materiële verklaring gezocht worden⁴⁷. In de 20e eeuw toonde Dimitri Beliajev met onderzoek aan, dat in het proces van domesticatie van de zilvers vos gelijktijdige veranderingen in gedrag optraden. Hij nam lagere adrenalineniveaus waar. Ondertussen is er ook anatomisch bewijs voor de hypothese van auto-domesticatie van de mens. Maar domesticatie is niet hetzelfde als auto-domesticatie. Dit is niet alleen controversiële en ingewikkelde materie, maar ook een verklaring van de menselijke evolutie die gemakkelijk verkeerd kan begrepen worden. Daarom zullen we er twee volledige artikels aan wijden.

42 Darwin C. The descent of man (first published 1871) Rpt of the 2nd edition 1874. New York: Prometheus; 1998, p. 28-29.

43 Mayr E. The growth of biological thought. Cambridge: Harvard University Press; 1982.

44 Adam S Wilkins, Richard W Wrangham, W Tecumseh Fitch, The “Domestication Syndrome” in Mammals: A Unified Explanation Based on Neural Crest Cell Behavior and Genetics, *Genetics*, Volume 197, Issue 3, 1 July 2014, Pages 795–808, <https://doi.org/10.1534/genetics.114.165423>, <<https://academic.oup.com/genetics/article/197/3/795/5935921>>.

45 Britannica, What Darwin Got Right (and Wrong) about Evolution, <<https://www.britannica.com/story/what-darwin-got-right-and-wrong-about-evolution>>.

46 Wilkins AS, Wrangham RW, Fitch WT. The "domestication syndrome" in mammals: a unified explanation based on neural crest cell behavior and genetics. *Genetics*. 2014 Jul;197(3):795-808. doi: 10.1534/genetics.114.165423. Epub 2014 Jul 14. Erratum in: *Genetics*. 2014 Dec;198(4):1771. PMID: 25024034; PMCID: PMC4096361. <<https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC4096361/>>.

47 Hanno Sauer (2023). The invention of good and evil. Profile books. ISBN 978 1 80081 829 3, p. 62.

Disclaimer

De auteur van deze tekst is opgeleid als informaticus, maar hij is geen evolutionair antropoloog. Dus echt een expert in deze materie is hij niet. Zijn interesse in complexe systemen is ontstaan tijdens zijn professionele loopbaan als systeem analist en systeem beheerder. Het verdient evenwel aanbeveling de beweringen van de auteur kritisch te evalueren. Bij gebrek aan antropologische opleiding is een encyclopedie een goed vertrekpunt. Zie bijvoorbeeld de [Wikipedia](#) of de [Britannica](#). Wel heeft de auteur zich gedurende drie jaar verdiept in de materie. Hij koos daarbij resoluut voor materieel bewijs met een voorkeur voor recent interdisciplinair onderzoek.