

Natuurlijke gezondheid

Een verkenning naar natuurlijke methoden
om de gezondheid te verbeteren vanuit een holistisch
wereldbeeld

Paul Wartena

Natuurlijke gezondheid

Een verkenning naar natuurlijke methoden om de gezondheid te verbeteren vanuit een holistisch wereldbeeld

ISBN 9789465388243

Auteur: Paul Wartena
Utrecht, 27 februari 2026

INHOUD

Inhoud

INHOUD	3
Inleiding	7
Hoofdstuk 1. Erfelijkheid en Seksualiteit	12
Erfelijkheid	12
Een lesje in biologie voor wie er behoefte aan heeft	12
De mate van erfelijkheid van bepaalde kenmerken	26
Rassen of populaties.....	32
Het stenen tijdperk en de tegenwoordige tijd.....	36
Overzicht van soorten naar overeenkomst met mens	39
Geneeskrachtige stoffen van dieren	48
Seksualiteit, erfelijkheid en het voortbestaan van de soort	60
Gewenste erfelijke eigenschappen.....	63
Hoofdstuk.2. Algemene gezondheidsadviezen voor de gezondheid van het individu en omgevingsfactoren	65
2.8. Eet gezond	70
2.9. De gezondste drank is water.....	73
2.11. Gezond eten hoeft niet persé duurder te zijn	78
2.14. Let op je huid.....	81
2.14.4 Parfums, deodorants en gezondheid	86
Stoffen, mogelijke risico's en natuurlijke alternatieven	86
2.21. Adviezen die de overheid zou moeten invoeren op plaatsen waar dat nog niet is, zijn:	97
Hoofdstuk 3. Adviezen voor een natuurlijke behandeling van ziekten	102
3.1. Informatie	102
3.1.2. Reguliere diagnose	104
3.1.3. Diagnose door dieren.....	105
3.2. Waar de reguliere zorg de toestand van de patiënt verslechtert.....	112
3.2.1. Big Pharma.....	114

3.3. Korte beschrijving van de natuurlijke behandeling tegen bepaalde ziekten	117
Voedingsadvies voor alle ziekten	118
Enkele veel voorkomende ziekten	126
3.3.1. Obesitas	126
3.3.1.2. Visceraal vet & Metingen	148
3.3.2. Diabetes type 2	155
3.3.3. Kanker	160
Het Tippiens-protocol:	171
3.3.4. Hart en vaatziekten	173
3.3.5. Alzheimer en dementie en Parkinson	182
3.3.6. Griep en covid19	185
3.3.7. Infecties in het algemeen	189
3.3.8. Benauwdheid en longaandoeningen	196
3.3.9. Aids en HIV	201
3.3.10. Malaria	205
3.3.11. Gewrichtspijn, reuma, artrose, artritis en jicht	210
3.3.12. Ziekte van Lyme	214
3.3.13. Multiple Sclerose	216
3.3.14. Bloedarmoede	220
3.3.15. Pijn	220
3.3.15. Gezond oud worden en langer gezond blijven leven	223
Hoofdstuk 4. Geestelijke gezondheid en cultuur	233
4.1. Het belang van geestelijke gezondheid	233
4.2. Diagnose	235
4.3. Psychiatrie, erfelijkheid en gentherapie	235
4.4. Maatschappelijke en culturele factoren die kunnen bijdragen tot psychische ziekten	238
4.4.1. Geschiedenis van de moraal	238
4.4.1.1. Gedrag begint in de geest	244
4.4.2. Cultuur en maatschappij en gezondheid	249

4.4.2.1. Dodelijke ziekten die bewust of door slordigheid verspreid zijn Onwetendheid of genocide ?	258
4.5. Enkele psychische stoornissen	271
4.5.1. Schizofrenie	271
4.5.2. Angst	280
4.5.3. Trauma of PTSS: Een Post Traumatische Stress Stoornis	283
4.5.4. Het Delier: Verlies van controle over jezelf	285
4.5.5. Depressiviteit	290
4.5.6. Agressie onder controle brengen	297
4.5.7. ADHD	302
Manie en bipolaire stoornis.....	306
4.6. Persoonlijkheidsstoornissen	309
4.6.1. <i>Andere categorieën dan de 3 clusters</i>	325
Water.....	331
Hoofdstuk 5. De belangrijkste spirituele en psychologische therapieën	337
5.1. Het effect van psychotherapie en psychiatrie	337
5.2.1. Hoe het effect van psychotherapie verbeterd kan worden	339
5.2.2. Criteria voor de gezondheidswaarde van een subcultuur	343
5.3. Therapieën voor geestelijke stoornissen	348
5.3.1 .Cognitieve gedragstherapie	350
5.3.1.3. Schematherapie	351
5.3.2. Spirituele therapie	352
5.3.2.2. Het placebo-effect.....	353
5.2.3.6 Spirituele therapie	366
5.2.3.6.1. Bezetenheid	368
5.2.3.6.2. Rituelen	381
5.2.3.6.3. De stemming van je huis (of kamer) verbeteren	383
5.3.2.6.4. Hypnotherapie	389
5.3.4. Masturbatie	391
5.3.5. Beweging.....	392

5.3.6. Dieren geven therapie	393
5.3.7. Creatieve therapie	396
5.3.8. Opstellingen	397
5.3.9. Lichaam als klankbord van psychische en sociale spanningen	398
5.3.9.1. De Polyvagale therapie	402
5.2.10. Transactionele Analyse en Humanistische psychologie	404
5.3.11. Alleen zijn in stilte	405
5.3.12. Boeddhistische therapie	408
5.3.13. Liefde geven: de belangrijkste therapie	412
Hoofdstuk 6: Overzicht van medicinale kruiden	415

Inleiding

Dit boek gaat over natuurlijke gezondheid: het toepassen van natuurlijke middelen bij ziekte of gezondheidsproblemen. In veel gevallen betekent dit behandeling met kruiden, maar ook andere methoden zoals aanpassingen in levensstijl, voeding, en bepaalde behandelingen komen aan bod.

Een belangrijke kanttekening vooraf

Ik heb geen medische opleiding gevolgd. Alle informatie in dit boek komt uit wetenschappelijke literatuur, medische publicaties, en betrouwbare internetbronnen. Wel heb ik een academische achtergrond waardoor ik kan beoordelen hoe wetenschappelijk onderbouwd een bepaalde claim is. Daarnaast zijn persoonlijke ervaringen - zowel eigen als van familieleden en kennissen - voor mij aanleiding geweest om kritischer te kijken naar zowel reguliere als alternatieve behandelingen.

Dit boek is geen vervanging voor professionele medische zorg, maar een aanvulling. Het biedt informatie die u kan helpen om geïnformeerde keuzes te maken over uw gezondheid.

Wanneer natuurlijke geneeswijzen waardevol zijn

Er zijn verschillende situaties waarin natuurlijke behandelingen een belangrijke rol kunnen spelen:

1. Ontoegankelijke of risicovolle gezondheidszorg

Volgens de Wereldgezondheidsorganisatie heeft ongeveer de helft van de wereldbevolking nog steeds geen volledige toegang tot essentiële gezondheidszorg. In veel landen moet meer dan 60% van de medische kosten direct door de patiënt worden betaald. In India is dit 60%, in veel Afrikaanse landen meer dan 70%. Dit leidt tot een schokkend verschijnsel dat in het Westen nauwelijks bekend is: ziekenhuisdetentie. In landen als Kenia, Congo en Nigeria worden patiënten die hun rekening niet kunnen betalen fysiek vastgehouden in het ziekenhuis totdat hun familie het geld bij elkaar heeft.

Maar ook waar zorg wel beschikbaar is, kan de kwaliteit problematisch zijn. In sommige regio's bestaan risico's zoals onvoldoende gescreend donorbloed, gebrekkige hygiëne in ziekenhuizen, slecht onderhouden apparatuur, of zelfs corruptie waarbij artsenopleidingen worden gekocht in plaats van gevolgd. Wereldwijd wordt ten minste 50% van alle injecties in Sub-Sahara Afrika en Azië op

onveilige wijze gegeven. In dergelijke omstandigheden kunnen natuurlijke methoden een veiliger alternatief zijn.

2. Wanneer reguliere behandeling tekortschiet of schade veroorzaakt

Medische behandeling kan levens redden, maar is niet zonder risico's. Wetenschappelijk onderzoek toont aan dat in rijke landen ongeveer 10-12% van gehospitaliseerde patiënten schade ervaart tijdens ziekenhuiszorg, waarvan bijna de helft vermijdbaar is. In lage- en middeninkomenlanden ligt dit percentage een stuk hoger, maar is 83% hiervan vermijdbaar. Ongeveer twee derde van alle medische ongewenste gebeurtenissen wereldwijd vindt plaats in armere landen.

Deze cijfers komen uit onafhankelijke wetenschappelijke studies waarbij onderzoekers medische dossiers analyseren op fouten die niet door artsen zelf waren gemeld. Patiëntenorganisaties waarschuwen dat het werkelijke aantal hoger kan liggen omdat er in de meeste landen geen systematische, onafhankelijke registratie bestaat van patiëntervaringen en artsen fouten zelden vrijwillig melden. In Nederland vermelden patiënten tot 30 % verslechtering van de gezondheidstoestand door regulier medisch ingrijpen, in Azië en Latijns Amerika is dat 40-50 % en in Afrika kan het oplopen van 50- 70 %.

Het gaat hierbij niet alleen om overlijdens. Veel patiënten ervaren achteruitgang van hun gezondheidstoestand door bijwerkingen, ziekenhuisinfecties, medicijninteracties, of onnodige operaties en andere interventies.

3. Wanneer natuurlijke methoden even effectief of effectiever zijn

Voor de opkomst van de farmaceutische industrie waren kruidengeneeskunde en andere natuurlijke methoden de enige beschikbare behandelingen. Maar dat betekent niet dat ze primitief of ineffectief waren. Door verder onderzoek naar kruiden en door kennis uit andere culturen, beschikken we nu over steeds beter onderbouwde natuurlijke behandelingen.

Een concreet voorbeeld: bij verschoven wervels bestaat de reguliere behandeling vaak uit pijnstillers en fysiotherapie. Een goed opgeleide chiropractor of manueel therapeut kan de wervel echter direct terugplaatsen, wat in veel gevallen effectiever pijnverlichting en functieverbetering geeft. Hetzelfde geldt voor een ontwrichte schouder of andere gewrichten: een bekwaame behandelaar kan dit direct corrigeren, in plaats van alleen de symptomen te bestrijden.

Belangrijk: het succes hangt sterk af van de bekwaamheid van de individuele behandelaar - dat geldt zowel voor reguliere als voor alternatieve zorg.

4. Wanneer de reguliere geneeskunde "niets meer kan doen"

Wanneer iemand is uitbehandeld, of wanneer alleen nog symptoombestrijding mogelijk is, blijft natuurlijke geneeskunde over als optie. In dergelijke situaties valt er weinig te verliezen. Dit komt vaker voor dan men denkt, ook in de geestelijke gezondheidszorg waar psychologische behandelingen gemiddeld voor slechts 40% effectief zijn.

Onbewezen theorie, maar wel therapeutische praktijk ?

Bepaalde theorieën zijn niet bewezen en kunnen volgens critici onmogelijk kloppen bij verschillende therapieën, vooral mentale therapieën, zoals spirituele therapie en lichaamsgerichte therapie.

Wat nu ? Betekent een theorie die niet klopt dat de therapie ook niet klopt ?

Nee, de verklaring is niet zo belangrijk, ook als die niet klopt. Het gaat er bij elke therapie om of de therapie werkt of niet werkt: effect heeft in de praktijk.

Voor alle volledigheid vermeld ik trouwens wel die theorie en ga er in bepaalde gevallen in mee, niet omdat de theorie persé juist is, maar omdat het dan een beter uitgangspunt is om de behandeling te begrijpen.

Het belang van kritisch denken - in beide richtingen

Dit boek raadt niet aan om artsen en ziekenhuizen te vermijden. Als er goede reguliere zorg beschikbaar is - zoals antibiotica bij een zware longontsteking, acute chirurgie bij een blindedarmontsteking, of insuline bij diabetes - moet u daar uiteraard gebruik van maken.

Maar wees wel kritisch. Als een dokter iets zegt dat volgens uw gevoel niet klopt of een slechte afloop kan hebben, vraag dan een second opinion. Zoek informatie op bij wetenschappelijk onderbouwde bronnen. In veel landen heeft inmiddels ook een groot deel van de bevolking een mobiel met internettoegang, waardoor gezondheidsvragen gesteld kunnen worden aan zoekmachines.

Maar wees evenzeer kritisch op "natuurlijke" claims. Niet alles wat als natuurlijk wordt aangeprezen, werkt ook daadwerkelijk. Het beste is wanneer natuurlijke geneeswijzen, kruiden en andere methoden wetenschappelijk worden onderzocht volgens standaard onderzoeksmethoden (gerandomiseerde gecontroleerde onderzoeken, dubbelblind).

Wat is het criterium?

Uiteindelijk is er maar één criterium dat voor reguliere én voor natuurlijke

geneeswijze geldt: **heeft het een gunstig effect op de totale gezondheid?** En als het niet helemaal duidelijk is: het mag in ieder geval niet schadelijk zijn.

Blijf kritisch, maar ken je eigen grenzen.

Ga af op uw gevoel en denk mee over uw eigen gezondheid, maar realiseer u ook de grenzen van uw kennis. Vertrouw op betrouwbare informatiebronnen, luister naar meerdere experts, en weeg alle opties zorgvuldig af.

Over dit boek

Gezondheid is van het grootste belang voor het welzijn van de mens. Niet alleen lichamelijk, maar ook geestelijk.

Kaarten

De kaarten in dit boek zijn gebaseerd op gegevens van de Wereld Gezondheidsorganisatie en andere organisaties, waarbij de Global Burden of Disease vaak als maat wordt gebruikt.

Echter de mate van betrouwbaarheid en validiteit is vooral aanwezig in de moderne westerse landen, Europa en Noord-Amerika. Daar is het gebaseerd op patiënt gegevens.

Maar voor grote delen van Azië, Latijns Amerika en Azië is het geschat met behulp van computermodellen. Die geven soms verkeerde informatie, maar als je alles samen bekijkt, krijg je toch een indruk waar bepaalde ziekten en stoornissen veel voorkomen.

De kaarten van bepaalde autocratieën zijn niet erg betrouwbaar, omdat er soms staatsingrijpen is om de statistieken voordeliger voor te stellen. (Centraal Azië, China)

Er zijn 4 elementen die een grote rol spelen voor de gezondheid en het welzijn:

1. de erfelijkheid

2. de bijzonderheden van een individu.

3. de levensstijl

4. de mogelijkheid om te herstellen van een ziekte of gebrek, zo mogelijk natuurlijk

Hoofdstuk 1 gaat over erfelijkheid en seksualiteit, omdat de keuze van een seksuele partner beslissend is voor de erfelijkheid.

Hoofdstuk 2 gaat over de bijzonderheden van een individu, en adviezen over een gezonde levensstijl.

In Hoofdstuk 3 komen veel voorkomende lichamelijke ziekten aan de orde met adviezen over natuurlijk beter worden.

Hoofdstuk 4 gaat over geestelijke gezondheid,

Hoofdstuk 5 over psychotherapie.

Hoofdstuk 6 geeft een overzicht van medicinale kruiden, waarin alle kruiden van de monografieën van de Wereld Gezondheids Organisatie (WHO) zijn opgenomen..

Dit boek behandelt dus niet alleen lichamelijke gezondheid, maar ook geestelijke gezondheid en spiritualiteit. Waar mogelijk probeer ik ook de omstandigheden, cultuur, geschiedenis en maatschappij erbij te betrekken om een holistisch beeld te krijgen van gezondheid. **Het doel is niet alleen gezond leven, maar vooral een gelukkig leven.**

De ondertitel is: Een verkenning naar effectieve natuurlijke methoden. Zo moet je de informatie van het boek beschouwen: Het is een verkenning. Maar er is nog te weinig goed onderzoek om definitief iets over veel van de besproken middelen te zeggen, wat jammer is want er is meer dan genoeg aanleiding voor.

Ik wil graag dat dit boek althans enigszins begrijpelijk is ook voor niet-biologen of deskundigen. Daarom heb ik geprobeerd op eenvoudige een educatieve paragraaf over biologie, evolutie en erfelijkheid aan Hoofdstuk 1 toegevoegd. Dat is nodig omdat anders bepaalde andere paragrafen moeilijk te begrijpen zijn. Een belangrijke tabel is er aan toegevoegd waarin schattingen staan over de overeenkomst tussen populaties van verschillende soorten en tussen die soorten en de mens.

Ook vermeld ik bepaalde spirituele praktijken en religieuze en filosofische theorieën als die invloed hebben op de geestelijke gezondheid.

Het is niet de bedoeling om mensen van welke levensovertuiging of geloofsovertuiging te beledigen: integendeel ik wil door de waarheid een betere onderlinge verstandhouding tot stand helpen brengen van mensen van allerlei overtuigingen.

De directe aanleiding voor dit boek was een interview over hoofdstuk 18 over gezondheid uit het boek [*Hoe de wereld verbeterd kan worden*](#) van Rafael Barracuda. Op zijn verzoek heb ik dat hoofdstuk uitgebreid en aangevuld met andere informatie om tot dit complete boek te komen.

Kritiek is welkom en kunt u sturen naar: caerul@gmail.com. Als u fouten vindt of waardevolle informatie aanbiedt, kan ik dat in een volgende uitgave verwerken.

Hoofdstuk 1. Erfelijkheid en Seksualiteit

Erfelijkheid

Als je een kind krijgt, ben je als ouder blij. Je leven lijkt plotseling zin te hebben gekregen, althans een zin die het eerst niet had.

Alle andere overwinningen vallen daarbij in het niet.

Des te meer als een kind opgroeit, en je ziet in je kind hoe je er zelf vroeger uitzag.

Maar ook geadopteerde kinderen missen vaak de biologische band. Ze voelen vaak:

“Jullie zijn niet mijn echte ouders”, ook al doen adoptieouders nog zo hun best om

als echte ouders over te komen. Met name na de puberteit gaan sommige

adoptiekinderen, op zoek naar hun biologische ouders.

De liefde van een biologische ouder is meestal niet te evenaren en ook omgekeerd:

de liefde van een biologisch kind is meestal niet te evenaren met die van een

adoptiekind.

Het adoptiekind vindt als het ware zijn ziel terug als hij zijn biologische ouders

ontmoet, en ook de biologische ouders ervaren dat zo.

Hoe komt het dat de ziel, het karakter, het uiterlijk van biologische ouders zo op hun kinderen lijken. Dat noemen we erfelijkheid.

Het lichaam van alle levende wezens bestaat uit hele kleine hokjes: die noemen we “cellen”.

Een lesje in biologie voor wie er behoefte aan heeft

Veel mensen zijn nog niet zo op de hoogte. Vandaar eerst een lesje in biologie voor degenen die daar behoefte aan hebben.

Eerst iets over de ontwikkeling van het leven op deze wereld en dan iets over de cel.

Daarbij wordt ook even nagedacht over de filosofische en religieuze consequenties ervan.

Evolutie of het grote verhaal van het leven op aarde

Het begin: een planeet zonder leven

Ongeveer 4,5 miljard jaar geleden ontstond onze aarde — een gloeiende, woeste bal van steen en gas, gebombardeerd door meteorieten, gehuld in vulkaanrook. Er was geen zuurstof in de lucht, geen groen, geen geluid van leven. En toch begon hier iets onwaarschijns.

In de oceanen, die destijds eerder een warme, chemische bouillon waren dan helder water, begonnen kleine moleculen met elkaar te reageren. Aminosuren,

vetzuren, suikers — de bouwstenen van het leven — kwamen samen op plaatsen waar warmte uit de aardbodem omhoogkolkte. Na honderden miljoenen jaren van vallen en opstaan ontstond er iets bijzonders: een molecuul dat zichzelf kon kopiëren. Dat was het begin van alles.

De eerste levende wezens: klein maar revolutionair

Zo'n 3,8 miljard jaar geleden verschenen de eerste echte levende wezens: bacteriëën. Ze waren onvoorstelbaar klein — duizend van hen naast elkaar passen op de punt van een naald. En toch waren ze levend: ze namen voedingsstoffen op, groeiden, en maakten kopieën van zichzelf. In elke kopie konden kleine foutjes optreden. De meeste foutjes waren schadelijk, maar soms maakte zo'n foutje een bacterie net even beter aangepast aan haar omgeving. Die bacterie overleefde en gaf haar eigenschap door. Dit is evolutie in haar eenvoudigste vorm: kleine veranderingen, generatie na generatie, over miljoenen jaren.

Drie miljard jaar lang — een tijd die zo lang is dat het nauwelijks te bevatten is — waren bacteriëën de enige levende wezens op aarde. Geen planten, geen dieren, geen schimmels. Alleen bacteriëën, in elke denkbare vorm en op elke denkbare plek: in kokend water, in ijs, in zuur, in rotsen. Ze zijn er nog steeds, in groten getale. In uw lichaam leven op dit moment meer bacteriëën dan u cellen heeft. Ze zijn geen vijanden — ze zijn een onmisbaar onderdeel van wie u bent.

De grote uitvinding: fotosynthese

Ongeveer 2,7 miljard jaar geleden deed een bepaalde bacterie: de “blauwalg” (die geen als is maar een bacterie, de cyano bacterie) , iets dat de wereld letterlijk zou veranderen: **ze leerde zonlicht gebruiken als energiebron**. Dit noemen we fotosynthese. Het recept is eenvoudig maar het resultaat is verbluffend: neem water en koolstofdioxide uit de lucht, voeg zonlicht toe, en je maakt er suiker van — brandstof voor het leven. Het bijproduct? Zuurstof.

Die zuurstof was aanvankelijk giftig voor de meeste bacteriëën. Het was een ecologische ramp — maar ook een kans. Sommige bacteriëën ontwikkelden de gave om met zuurstof te werken, en daarmee konden ze veel meer energie vrijmaken uit voedsel. De atmosfeer vulde zich langzaam maar zeker met zuurstof. Na honderden miljoenen jaren bevatte de lucht genoeg zuurstof om grotere, complexere levensvormen mogelijk te maken. Het leven had zijn eigen omgeving herschreven.

De cel met een kern: een slimme samenwerking

Zo'n 1,5 miljard jaar geleden ontstond een nieuw type cel, veel groter en complexer dan een bacterie. Het grote verschil: deze cel had een kern, een soort beveiligde kamer van erfelijk materiaal binnenin de cel. Maar misschien nog verrassender is hoe dit gebeurde: niet door toeval alleen, maar door samenwerking. Een grotere cel „slikte” een kleinere bacterie op — maar in plaats van haar te verteren, hielden ze elkaar in leven. De kleine bacterie bleef werken als energiecentrale binnenin de

grotere cel. Die energiecentrales noemen we mitochondriën, en ze zitten tot op de dag van vandaag in vrijwel elke cel van uw lichaam.

Uit deze cellen met kern — ook wel eukaryoten genoemd — zou later al het zichtbare leven op aarde voortkomen: planten, schimmels, dieren en mensen. Het leven had een nieuwe bouwsteen gevonden.

De aarde wordt groen

Ongeveer 500 miljoen jaar geleden begonnen de eerste planten het land te veroveren. Daarvoor was al het leven in de zee gebleven. Het land was leeg, dor en kaal. Maar planten, gewapend met fotosynthese en steunweefsel dat hen recht op hield, gingen de uitdaging aan. Ze ontwikkelden wortels om water op te nemen, bladeren om zonlicht te vangen, en later zaden om zich te verspreiden zonder afhankelijk te zijn van water.

Terwijl planten de aarde groen maakten, veranderden ze ook de lucht: meer zuurstof, minder koolstofdioxide. De aarde werd leefbaarder. En waar planten gingen, volgde de rest. Insecten kwamen aan land, daarna amfibieën, reptielen en uiteindelijk zoogdieren. Het leven vulde elke niche, elke hoek van de planeet — gedreven door de simpele drang om te overleven en zich voort te planten.

Familie in de natuur: de verwantschap van alles

Al dit leven — van bacterie tot boom, van worm tot walvis — stamt af van dezelfde eerste cel, al die miljarden jaren geleden. Dat is geen metafoor, maar letterlijke werkelijkheid. De basischemie in uw lichaamscellen is vrijwel identiek aan die van een paddenstoel of een vis. Het gen dat uw hartritme regelt lijkt op genen in de vliegenvleugel. Dit noemen we evolutionaire verwantschap.

Hoe langer twee soorten geleden een gemeenschappelijke voorouder hadden, hoe verder ze van elkaar zijn verwijderd — de zogenaamde evolutionaire afstand. Een mens en een chimpansee zijn evolutionair gezien nauw verwant: we deelden nog maar zo'n zes miljoen jaar geleden een gezamenlijke voorouder. Een mens en een vis zijn veel verder van elkaar verwijderd: onze paden scheidden zich zo'n 400 miljoen jaar geleden. En een mens en een bacterie? Die kloof is bijna 3,5 miljard jaar oud.

Die verwantschap is geen academische curiositeit — ze heeft gevolgen voor hoe ons lichaam werkt, hoe het reageert op voedsel, planten en geneesmiddelen, en waarom we zoveel kunnen leren van de natuur om ons heen. Het leven op aarde is geen verzameling losse wezens. Het is één groot, vertakt, levend geheel — en u maakt er deel van uit.

Dit is het verhaal van het ontstaan van het leven en de mens zoals de wetenschap dat ziet. De wetenschap heeft ijzersterke argumenten om dit verhaal kracht bij te zetten.

Dit is zoals het is. Waar je over van mening kunt verschillen is: waarom en hoe dan?

Is het uitsluitend een kwestie geweest van volkomen willekeurige mutaties, waarbij die mutaties die het beste zijn aangepast aan de omgeving bleven leven als een nieuwe soort? En gelovigen vragen dan: **Waar blijft God in dit verhaal?** Voor gelovigen is dat niet zo maar een kennis vraag. Voor gelovigen is het van groot psychologisch belang. Zij ontleen er een doel en een zin in het leven aan. Voor hen beïnvloedt die vraag dus ook hun geestelijk welzijn. Daarom moet het ook hier ter sprake komen.

Het antwoord daar op hangt er van af wie je met God bedoelt.

Is God de schepper van het heelal of is God de schepping zelf of is God een deel van de schepping?

Maar bij alle antwoorden op die vraag kun je stellen: Wat was daar voor?

Als God het heelal geschapen heeft, waar komt God dan vandaan?

Je kunt dan antwoorden: God is er altijd al geweest. Maar dat kun je ook van het heelal zelf zeggen: Het heelal is er altijd al geweest.

Alfred Russel Wallace en de drie momenten van goddelijk ingrijpen

Wallace was medeontdekker van de evolutietheorie — hij en Darwin publiceerden hun inzichten in 1858 gelijktijdig. Op het gebied van de evolutie zelf waren ze het grotendeels eens. Maar over de menselijke geest kwamen ze lijnrecht tegenover elkaar te staan.

Vanaf de late jaren 1860 raakte Wallace steeds meer overtuigd dat puur natuurlijke selectie niet alles kon verklaren. Hij stelde dat **iets uit "het onzichtbare universum van de Geest" op minstens drie momenten in de geschiedenis had ingegrepen:**

- 1. bij het ontstaan van leven uit niet-levende materie,**
- 2. bij het ontstaan van bewustzijn bij de hogere dieren,**
- 3. bij het tot stand komen van de hogere geestelijke vermogens van de mens.**

Wallace noemde dit geen "wonderen" in de traditionele zin. Hij stelde dat deze drie stadia — van de anorganische wereld via onbewust leven en bewust dierlijk leven naar de intellectuele mens — wijzen op een onzichtbaar universum van de geest, waaraan de materiële wereld volledig ondergeschikt is, maar zonder dat de wetten van de natuur worden geschonden. Met andere woorden: hij zag het niet als bovennatuurlijk ingrijpen, maar als een hogere intelligentie die via de wetten van de natuur werkt.

Darwin was het er hartgrondig mee oneens. Toen Wallace hem schreef dat de mens alleen verklaard kon worden door een "Goddelijke Wil," schreef Darwin dwars over de brief het woord "NEE!" en onderstreepte het drie keer.

Wallace was overigens geen christen. Zijn geloof in het spirituele en zijn overtuiging dat de hogere geestelijke vermogens van de mens een niet-materiële oorsprong hadden, brachten zijn relatie met andere wetenschappers onder druk. Hij dacht

eerder aan geesten, engelen of hogere intelligente wezens dan aan de God van de Bijbel.

Twee katholieke priesters hebben ook hun gedachten over laten gaan over de geschiedenis van het heelal en het leven: Lemaître en Pierre Teilhard de Chardin. Lemaître stelde dat de roodverschuiving in het lichtspectrum van verre sterrenstelsels kwam doordat die sterrenstelsels steeds verder uit elkaar dreven. Terug redenerend stelde hij dat ze ooit in 1 klont samen waren geweest en ontploft waren: de oerknal.

Voor die tijd zou er niets geweest zijn. Geen ruimte, geen tijd, geen energie, geen materie.

Het is dan logisch dat je dat als begin van Gods schepping ziet.

Er zijn echter verschillend bezwaren tegen deze theorie. Het voornaamste bezwaar is in de natuurkunde nooit iets uit niets ontstaat en verder is de vraag wat er dan voor de oerknal geweest moet zijn.

Daarom hebben andere natuurkundige theoretici weer andere theorieën opgesteld, zoals dat er meerdere heelallen zijn en dit heelal het gevolg is van de implosie van een enorm zwart gat dat daardoor een explosie daarbuiten veroorzaakte. Of dat het heelal uitdijt tot een bepaald punt en dan weer inkrimpt tot een implosie en vandaar weer een nieuwe explosie komt. In feite weet niemand met zekerheid of het heelal er altijd geweest is of hoe het ontstaan is. Wel is er een verontrustende theorie dat het heelal binnenkort aan zijn eind komt en misschien wel in ons leven.

Persoonlijk geloof ik daar niet in, en ik wil er ook niet in geloven.

Ik geloof niet dat het heelal zo maar in het niets verdwijnt en dat het zinloos is.

Het heelal en de evolutie hebben er miljarden jaren over gedaan om leven op aarde te scheppen: en dan zou in een oogwenk alles voor niets zijn geweest ?

Dan Pierre Teilhard de Chardin: Een Franse priester die opgravingen in de jaren '20 heeft gedaan in China, waar hij resten van een prehistorisch mens heeft ontdekt.

Hij vond een manier om de evolutie theorie te verzoenen met het geloof. Echter hij was in zoverre bevooroordeeld dat hij de mens als de hoogste vorm van ontwikkeling zag.

Misschien is dat op deze wereld inderdaad het geval. Maar er zijn miljarden werelden en het is heel goed mogelijk dat daar wezens zijn die verder ontwikkeld zijn dan de mens.

Trouwens wat betekent verder ontwikkeld ?

Het beerdijtje is een van de eenvoudigste dieren en die kan tegen veel meer moeilijke omstandigheden dan de mens. Die kan tegen zowel hele hoge temperaturen als hele lage, kan zonder zuurstof, kan tegen radioactieve straling en kan eeuwen lang blijven leven. Taxoplasmose microben zijn veel eenvoudiger wezens dan de mens, maar kunnen iets wat de mens niet kan: sympathie bijbrengen voor een bepaalde levensvorm. Meestal zijn katten er door besmet en door kattenpoep worden mensen er ook mee besmet. Maar als mensen besmet zijn,

kunnen die microben de mensen zo veranderen dat het kattenvrienden worden, zodat ze de katten als gastheer in stand houden.

Naast deze orthodoxe opvattingen is er nog een visie over God, die wel overeenkomt met de moderne wetenschap.

Misschien is God de Koning van een planetenfederatie: een buitenaards wezen dat eeuwig leeft en in de ogen van mensen alwetend en almachtig is.

Dan is God geboren of door genetische manipulatie ontstaan op een andere planeet, die in het verleden ook een eigen evolutie heeft gekend: wellicht niet al te veel verschillend van die op aarde.

Engelen en goden zouden dan buitenaardse wezens zijn. Engelen en wonderen of hun culturele vertegenwoordigers zijn in allerlei culturen waargenomen.

Ook in de mythen, sagen en religies komen ze steeds weer terug. Het is waarschijnlijk niet alleen maar psychologisch te verklaren.

Een van degenen die in de 20^e eeuw het idee opperde, was de Zwitserse schrijver Erich von Däniken in het boek: "Waren de goden kosmonauten".

En hoewel Erich von Däniken niet wetenschappelijk te werk ging en met de nodige fantasie zijn stelling probeerde te bewijzen, is de vraag zelf een legitieme wetenschappelijke vraag: "Waren de goden kosmonauten", of anders gezegd: waren degenen die door mensen voor goden werden aangezien misschien buitenaardse wezens? Het bestaan van buitenaardse wezens wordt tegenwoordig door de wetenschap niet meer als onzin ontkend en vele wetenschappers gaan er van uit dat ze bestaan.

In de **onderstaande grafiek** zijn de verschillende tijdperken van het leven op aarde neergezet.

Echter ze geven geen goed beeld van de tijd, want ze zijn even groot afgebeeld.

Het precambrium heeft 4800 miljoen jaar geduurd en is verreweg de langste periode geweest.

De kortste periode is de meest recente: Het kwartaal van 2,58 miljoen jaar.

De groep mensapen (gorilla's, chimpansees, orang-oetans, gibbons en mensen) bestaat al tientallen miljoenen jaren. De gemeenschappelijke voorouder van mensen en chimpansees leefde zo'n 6 à 7 miljoen jaar geleden.

Evolutie stopt nooit. Er is geen "eindpunt" in de evolutie. Alle soorten die vandaag leven — bacteriën, insecten, vissen, vogels én mensen — zijn even "recent" in die zin dat ze allemaal nog steeds evolueren en zich aanpassen.

Wat wél recent is: sommige menselijke eigenschappen, zoals onze huidige hersenomvang (Homo sapiens bestaat zo'n 300.000 jaar), zijn relatief jong. Maar zelfs dat is niets bijzonders vergeleken met soorten die veel ouder zijn

Tijdsindeling	Ontwikkeling van het leven op aarde	
Nu KWARTAIR 2,58 miljoen jaar		Ontwikkeling van zoogdieren die aan de kou zijn aangepast Ontwikkeling van de moderne mens
Neogeen 23 miljoen jaar Paleogeen 66 miljoen jaar		Snelle ontwikkeling van zoogdieren, meer vogels
KRIJT 145 miljoen jaar		Uitsterven van grote zeereptielen, vliegende reptielen, dinosauriërs en ammonieten. Sterke ontwikkeling van bloemplanten.
JURA 201 miljoen jaar		Eerste vliegende sauriërs. Veel dinosauriërs en grote zeereptielen. Oudst bekende vogel.
TRIAS 252 miljoen jaar		Veel ammonieten Eerste dinosauriërs + vishagedissen Oudst bekende zoogdieren Nieuwe planten (Cycas-achtigen)
PERM 299 miljoen jaar		Meer reptielen, veel weekdieren Oudste Ginkgo bomen Minder amfibieën Uitsterven pantservissen, trilobieten
CARBOON 359 miljoen jaar		Eerste reptielen Veel insecten en amfibieën Zegel- en schubbommen Laatste graptolieten
DEVOON 420 miljoen jaar		Veel vissen, zoals pantservissen en haaien. Meer landplanten Eerste amfibieën en insecten Oudste ammonieten
SILUUR 444 miljoen jaar		Veel weekdieren, o.a. slakken Eerste landplanten en landdieren Meer vissen, veel inktvissen
ORDOVICIUM 485 miljoen jaar		Veel trilobieten en graptolieten Oudste waterschorpioenen Veel weekdieren
CAMBRIUM 541 miljoen jaar		Veel trilobieten, kwallen en sponzen Inktvissen, graptolieten komen voor Oudst bekende vissen
PRECAMBIUM 4600 miljoen jaar		Behalve eencelligen ook kwallen en wormen e.d. 3400 miljoen jaar geleden Oudst bekende leven op aarde 4600 miljoen jaar geleden Ontstaan van de aarde

Dan de celbiologie.

Een menselijke cel is ongeveer 0,01 tot 0,03 millimeter. Omdat cellen microscopisch klein zijn, zijn ze niet met het blote oog zichtbaar. De grootte varieert enorm: van zeer kleine spermacellen tot grote eicellen of extreem lange zenuwcellen. Zenuwcellen kunnen extreem lang zijn (tot wel 1,5 meter van ruggengraat tot teen), en de dooier van een vogel ei is een voorbeeld van een gigantische, enkele cel.

De meeste menselijke en dierlijke cellen zijn 3 tot 10 keer zo smal als een haar.

Erfelijkheid komt omdat door de seks de man zijn zaad in de vagina van de vrouw spuit.

De zaadcellen van de vader en de eicel van de moeder gaan met elkaar een nieuwe eenheid vormen: het embryo dat uitgroeit tot het kind, dat na ongeveer 9 maanden geboren wordt.

Die erfelijkheid van vader en moeder zit dus in hun cellen en wordt doorgegeven door seks in speciale cellen: **geslachtscellen** zaadcel en eicel.

Maar in alle cellen zit de erfelijkheid, maar alleen door de geslachtscellen wordt op een natuurlijke manier de erfelijkheid doorgegeven.

Hoe ziet een cel er uit en wat doet die ?

De Cel Kun je Vergelijken Met Een Stad in het Klein

Je kunt een cel het beste zien als een zelfvoorzienende, ommuurde stad die constant in beweging is. Hoewel we miljarden cellen hebben, voert elk afzonderlijk celletje alle basisfuncties uit die nodig zijn om ons in leven te houden.

Het Bestuurscentrum

In het hart van deze stad ligt het 'stadhuis', de **celkern**. Hier ligt het archief met alle blauwdrukken: het **DNA**. In dit archief staat exact beschreven hoe de stad moet functioneren en welke producten er gemaakt moeten worden. De kern bepaalt wat er gebeurt, maar voert het werk niet zelf uit.

Energie en Productie

Geen enkele stad kan zonder stroom. De **mitochondriën** zijn de energiecentrales van de cel. Zij verbranden voedingsstoffen (zoals suikers) om de brandstof te leveren waar de rest van de cel op draait.

Ondertussen zijn de **ribosomen** de actieve werkplaatsen. Je kunt ze zien als kleine 3D-printers die op basis van instructies uit het stadhuis continu belangrijke bouwstoffen (eiwitten) produceren.

Logistiek en Afvalverwerking

Nadat er producten zijn gemaakt, moeten ze op de juiste plek terechtkomen.

Het **Golgi-systeem** fungeert als het distributiecentrum (het "PostNL-sorteercentrum" van de cel). Het sorteert, verpakt en verzendt pakketjes naar andere delen van de stad of zelfs naar buiten de stadsmuren.

Voor het afval is er de milieustraat: de **lysosomen**. Zij breken defecte onderdelen en

indringers af, zodat de bouwstoffen weer hergebruikt kunnen worden.

De Stadsmuren

De hele stad wordt omringd door het **celmembraan**. Dit is geen dichte muur, maar een slimme grenscontrole. Het membraan beslist heel nauwkeurig welke bezoekers (voedingsstoffen) naar binnen mogen en welke bewoners (afvalstoffen of producten) de stad mogen verlaten.

Cytoplasma is de geleïachtige, waterige substantie (voor ca. 80% water) binnen het celmembraan die de celkern omgeeft en alle onderdelen van de cel bevat. Het fungeert als de werkplaats van de cel, waar belangrijke processen zoals eiwitsynthese en stofwisseling plaatsvinden

Waarom verschillen planten?

Als we naar planten kijken, zie je dat hun 'steden' net iets anders zijn ingericht. Ze hebben een extra stevige **buitenmuur (celwand)** voor de stabiliteit, omdat ze geen skelet hebben. Daarnaast beschikken ze over **bladgroenkorrels**: een soort geavanceerde zonneparken waarmee ze direct energie uit zonlicht kunnen opwekken, iets wat dierlijke cellen niet kunnen.

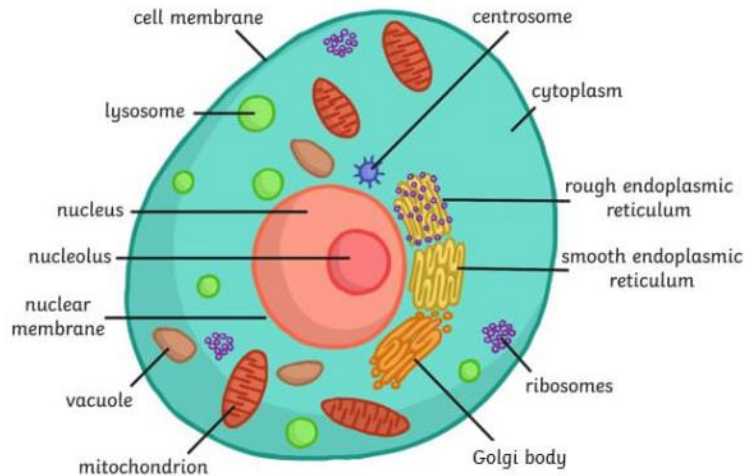
*Het leven op aarde (alle **organismen**) wordt in 2 soorten verdeeld, afhankelijk hoe hun celbouw is.*

Prokaryoten: Dat zijn eencellige organismen **zonder celkern**, zoals bacteriën en archaea. Ze kenmerken zich door hun eenvoudige structuur waarbij het DNA vrij in het cytoplasma ligt. Belangrijke voorbeelden zijn cyanobacteriën (blauwalgen), E. coli bacteriën, Streptococcus, Methanococcus (archaea) en Prochlorococcus. Prokaryoten hebben geen membraan-omgeven organellen, in tegenstelling tot eukaryoten zoals planten, dieren en schimmels.

Eukaryoten: Eukaryoten zijn organismen met complexe cellen die een duidelijke **celkern en organellen bezitten**, waaronder alle dieren, planten, schimmels en protisten (eencelligen). Voorbeelden variëren van microscopisch klein tot grote organismen, zoals mensen, honden, bomen, paddenstoelen, gisten en amoeben

Organellen en hun functies

Organellen zijn gespecialiseerde onderdelen binnen een eukaryote cel, vergelijkbaar met organen in een lichaam, die elk een specifieke taak uitvoeren zoals energieproductie, eiwitsynthese of afvalverwerking. Ze werken samen om de cel als geheel te laten functioneren, vaak omgeven door een eigen membraan.



Eukaryotische cellen bevatten gespecialiseerde onderdelen, de **organellen**, die elk een eigen functie hebben:

Organel	Functie
Celkern (Nucleus)	Bevat het genetisch materiaal (DNA) en stuurt de cel aan.
Mitochondriën	"Energiecentrales" die energie produceren via verbranding.
Ribosomen	Verantwoordelijk voor de productie van eiwitten.
Endoplasmatisch Reticulum (ER)	Netwerk voor transport en productie van stoffen.
Golgi-apparaat	Verpakt en verzendt eiwitten naar hun bestemming.
Lysosomen	Ruimen afvalstoffen en oude celonderdelen op.
Celmembraan	Reguleert welke stoffen de cel in- en uitgaan.

Alle levende wezens en vormen van leven bestaan uit cellen.

Nu gaan we even binnen in de cel kijken:

Wat is DNA, een chromosoom, een gen, een allel en een SNP ?

Stel je voor dat in de kern van elke cel van je lichaam een kleine **bibliotheek** staat. Die bibliotheek bevat al de informatie die nodig was om jónu te maken — van je haarkleur tot hoe je lever werkt.

De bibliotheek heet **DNA**. Het is één enorm lang molecuul — of eigenlijk twee strengen die om elkaar heen gewonden zijn, als een gedraaide ladder. Als je al het DNA uit één enkele cel zou uitrollen, zou het ongeveer **2 meter lang** zijn. En dat zit dus opgerold in een celkern die je niet eens met het blote oog kunt zien.

Hoe wordt die 2 meter opgeborgen?

Het DNA wordt strak opgerold en ingepakt in 46 pakketjes. Die pakketjes zijn de **chromosomen** — de *boekenkasten* van de bibliotheek. Je hebt ze tweemaal in 23 paren: van elk paar komt één boekenkast van mama, en één van papa. 23 - 23

En wat staat er dan in die boekenkast?

Elke boekenkast bevat duizenden **genen** — de *recepten*. Een gen is een specifiek stukje van het DNA-molecuul dat de instructie bevat voor één ding: een eiwit maken, dat vervolgens van alles in je lichaam regelt.

Twee versies van elk recept

Omdat je twee boekenkasten hebt van elk paar — één van mama, één van papa — heb je ook van elk recept twee versies. Die twee versies noem je **allelen**. Soms zijn ze gelijk, soms wijken ze iets af. Dat verschil bepaalt bijvoorbeeld of je bruine of blauwe ogen hebt.

En dan de letters zelf

Elk recept is geschreven in een alfabet van vier letters: **A, T, C en G**. Dit zijn geen gewone letters maar chemische bouwsteentjes — **nucleotiden** — die als treden in de ladder hangen. A koppelt altijd aan T, en C altijd aan G, als twee helften van een ritssluiting. Jouw hele DNA bestaat uit zo'n **3 miljard** van die letters achter elkaar.

DNA is eigenlijk een heel lange, gedraaide ladder — de bekende dubbele helix. De twee zijkanten van die ladder zijn de "ruggengraat", gemaakt van suiker en fosfaat. Maar de treden van de ladder, daar zit de informatie.

Elke trede bestaat uit twee chemische bouwsteentjes die aan elkaar gekoppeld zijn. Die bouwsteentjes noemen we **nucleotiden**, en er zijn er vier verschillende van. Ze worden onderscheiden door hun zogenaamde base:

Adenine (A)
Thymine (T)
Cytosine (C)
Guanine (G)

Dit zijn stikstofhoudende ringvormige moleculen — maar dat hoeft je je niet al te letterlijk voor te stellen. Het mooie is: ze passen alleen op een vaste manier aan elkaar. A koppelt altijd aan T, en C koppelt altijd aan G. Zoals twee helften van een lego puzzelstukje. Daardoor is de ene kant van de ladders altijd een spiegelbeeld van de andere kant — en dat is precies waarom het lichaam DNA zo makkelijk kan kopiëren.

Waarom maar vier letters?

Het is misschien verrassend dat **al het leven op aarde — van bacterie tot blauwe vinvis tot jij — gebouwd is op een alfabet van slechts vier letters.**

Maar door de enorme lengte van het DNA (jouw genoom heeft zo'n 3 miljard van die letters) zijn de combinaties eindeloos. Vier letters, maar oneindig veel verhalen.

Hoe lang is een gen?

Een gemiddeld gen bestaat uit zo'n **10.000 tot 100.000** letters, en letters worden volop herhaald. Een stukje DNA kan er bijvoorbeeld zo uitzien:

ATGCCTAGCTAGCTTACGATCGATCG...

Geen enkel patroon, gewoon een lange reeks — en die volgorde is precies wat de informatie bepaalt.

Hoe werkt dat dan als code?

Het lichaam leest de letters niet één voor één, maar in **groepjes van drie** — zogenaamde **codons**. Elk groepje van drie letters staat voor één aminozuur, en aminozuren zijn de bouwstenen van eiwitten. Bijvoorbeeld:

ATG = "begin hier"

CCT = aminozuur proline

TAA = "stop hier"

Met vier letters en groepjes van drie zijn er **64 verschillende combinaties** mogelijk — meer dan genoeg om alle 20 aminozuren te coderen.

Vier letters, maar door herhaling en volgorde: eindeloos veel informatie.

Een SNP: één lettertje anders

Op sommige plekken in die 3 miljard letters staat bij de meeste mensen een A... maar bij jou een G. Zo'n enkelvoudige afwijking op één positie heet een **SNP**. Het is het kleinste verschil dat er bestaat in het DNA — één nucleotide, op één plek. Stel je voor dat we twee stukjes DNA van verschillende mensen vergelijken:

Persoon 1: G-A-C-T-G-A

Persoon 2: G-A-C-C-G-A

Op de vierde positie zie je het verschil: de een heeft een T en de ander een C. Dit ene

verschil is een SNP.

Het is dus eigenlijk een heel specifiek soort allelverschil. Terwijl een allel de hele versie van een gen beschrijft, is een SNP ingezoomd op één enkel "tikfoutje" in de tekst.

Samengevat:

Wat	Vergelijking	Schaal
DNA	De hele bibliotheek	3 miljard letters
Chromosoom	Een boekenkast	1 van 46
Gen	Een recept	1 van ~20.000
Allel	Jouw versie van dat recept	mama's of papa's variant
SNP	Één lettertje dat afwijkt	1 nucleotide

Van de bibliotheek naar één lettertje — en toch kan dat ene lettertje soms het verschil maken tussen gezond en ziek, of tussen bruine en blauwe ogen.

De meest voorkomende variatie: SNPs (ook wel SNIP genoemd) vormen ongeveer 90% van alle genetische variatie tussen mensen.

Miljoenen SNP's: In het totale menselijke genoom zitten ongeveer 4 tot 5 miljoen van deze variatiepunten.

Meestal onschadelijk: De meeste SNPs zitten in stukken DNA die geen directe instructies bevatten (het "niet-coderende" DNA). Ze hebben dan geen invloed op je uiterlijk of gezondheid.

Soms bepalend: Sommige SNPs bepalen echter wél belangrijke zaken, zoals je oogkleur, of je aanleg voor bepaalde ziektes, en hoe je reageert op medicijnen.

Waarom zijn SNPs zo belangrijk voor de UK Biobank?

In studies zoals die van de UK Biobank kijken onderzoekers niet naar het volledige DNA (dat zou te duur en tijdrovend zijn), maar ze scannen specifiek op honderdduizenden tot miljoenen bekende SNPs.

Zij proberen dan patronen te vinden: *"Mensen met een G op deze specifieke SNP-locatie zijn gemiddeld vaker intelligent/lang/ziek dan mensen met een A."*

Het verschil met mutaties

Hoewel een SNP technisch gezien een verandering in het DNA is, noemen we het pas een SNP als het bij een aanzienlijk deel van de bevolking (minimaal 1%) voorkomt. Is het zeldzamer, dan noemen we het meestal een **mutatie**.

Een **SNP** ontstaat in de basis door een **kopieerfoutje** tijdens de celdeling. Je kunt het zien als een "typefout" in het biologische script van het leven.

Hier is het proces stap voor stap:

1. Replicatie (Het kopiëren)

Elke keer als een cel zich deelt (bijvoorbeeld voor groei of herstel), moet het volledige DNA worden gekopieerd. Een enzym genaamd **DNA-polymerase** "leest" de letters van de oude streng en plaatst de tegenovergestelde letter in de nieuwe streng.

2. De Typefout

Hoewel dit proces extreem nauwkeurig is, gaat het soms mis. In plaats van een **A** plaatst het enzym per ongeluk een **G**.

Zelfcorrectie: Meestal ziet de cel de fout en repareert deze direct.

De fout blijft: Heel soms glipt de fout erdoorheen en wordt deze permanent onderdeel van het DNA in die nieuwe cel.

3. Overerving (Hoe het een SNP wordt)

Een kopieerfoutje in een huidcel verdwijnt als je sterft. Maar als zo'n foutje optreedt in de **geslachtscellen** (eicellen of zaadcellen), wordt de verandering doorgegeven aan de volgende generatie.

Mutatie: In het begin is het een zeldzame verandering (een mutatie).

SNP: Als deze verandering generatie na generatie wordt doorgegeven en uiteindelijk bij **meer dan 1% van de bevolking** voorkomt, noemen we het officieel een SNP.

Oorzaken van deze "foutjes"

Er zijn twee hoofdoorzaken voor het ontstaan van deze veranderingen:

Spontane fouten: Dit gebeurt gewoon door pech tijdens de natuurlijke celdeling. Hoe vaker een cel deelt, hoe groter de kans op een foutje.

Externe factoren (Mutagenen): Omgevingsfactoren kunnen het DNA beschadigen en de kans op fouten vergroten:

UV-straling van de zon.

Chemische stoffen (zoals in sigarettenrook).

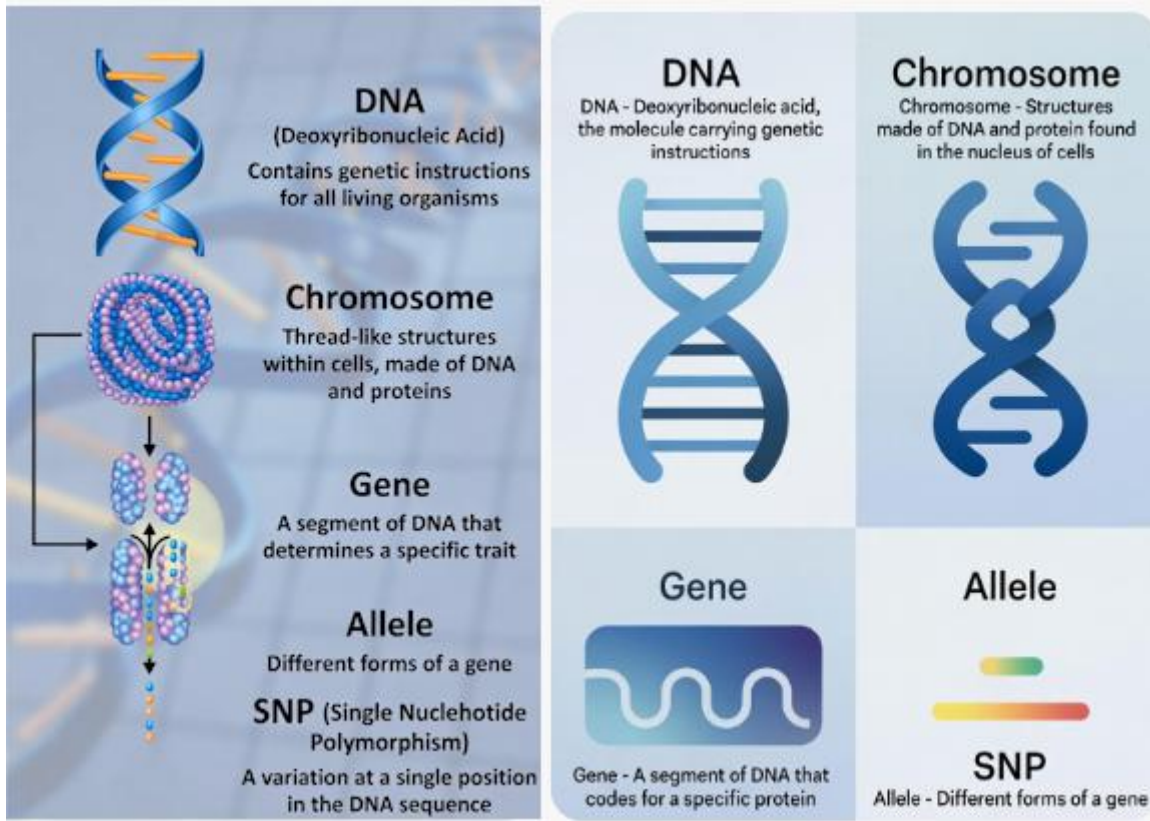
Radioactieve straling.

Evolutie en Selectie

Niet alle SNPs blijven bestaan.

Nadelig: Als een SNP een ernstige ziekte veroorzaakt, krijgt die persoon vaak minder kinderen en verdwijnt de SNP weer uit de populatie.

Voordelig of Neutraal: Als een SNP een voordeel geeft (bijvoorbeeld een betere weerstand tegen een ziekte) of simpelweg geen kwaad kan (zoals een andere oogkleur), kan deze zich over duizenden jaren verspreiden over de hele wereld.



De mate van erfelijkheid van bepaalde kenmerken

Een mooi overzicht van de mate van [erfelijkheid](#) op verschillende kenmerken van een persoon vindt je op het [Match tweelingonderzoek](#), een meta onderzoek van praktisch alle tweelingonderzoeken tot mei 2015. (Een meta onderzoek is een samenvatting van vele aparte onderzoeken op een bepaald gebied)

Daaruit blijkt dat alle lichamelijke, geestelijke en sociale kenmerken een erfelijke component hebben, al hoewel die niet altijd beslissend hoeft te zijn, vooral als het minder is dan 50%.

De mate van erfelijkheid wordt berekend door de scores van eenzijdige tweelingen en twe-eiige tweelingen te vergelijken van een bepaalde test, bijv. een rekentest. Eenzijdige tweelingen hebben 100% dezelfde **allelen**, twe-eiige tweelingen 50 %. Hoewel [DNA](#) en allelen de drager van erfelijkheid zijn, zijn ze niet alles bepalend. Kinderen hebben gemiddeld 50 % van hun allelen van hun vader en 50 % van hun moeder.

Bij broers en zussen is het wel gemiddeld ongeveer 50 %, maar dit percentage kan

variëren van 37% tot 67%, afhankelijk van de genetische variatie van de ouders. Erfelijkheid van specifieke allelen kunnen afwijken van 50%.

De [Match tweeling studies](#) geven een aardige schatting van de mate van erfelijkheid van bepaalde factoren.

Bij het toenemen van de leeftijd, wordt de invloed van erfelijkheid minder.

De erfelijkheid slaat niet alleen op lichamelijke kenmerken, maar ook op geestelijke.

Bijvoorbeeld als we de schattingen van erfelijkheid in een percentage weergeven:

Attitudes 43 %

Sociaal leven in de gemeenschap: 64 %

Functioneren van het zenuwstelsel: 64 %

Interpersoonlijke verhoudingen en interacties: 36 %

Geestelijk functioneren 55 %

Intellectuele functies 69 %

Geestelijke en gedragsstoornissen 61 %

Gezinsverhoudingen 37 %

Gewoonten en impulsieve stoornissen 59 %

Mobiliteit 30 %

Sterfte 39 %

Zelf verzorging 51 %

Schizofrenie 76 %

Er zijn echter meer belangrijke databases die een schatting geven van de erfelijkheid. Deze gaan uit van wat men weet over de genen, dus niet van het “resultaat” dat we waarnemen in tweelingstudies.

De volgende databanken gaan uit van wat men al weet over de genen en allelen en de biologie:

[The Genetic Association Information Network \(GAIN\)](#): Bevat data van meer dan 80.000 studies en bestudeert de associatie tussen genetische varianten en diverse fenotypes, inclusief ziekten, lichamelijke kenmerken en psychologische kenmerken.

[The GWAS Catalog](#): Bevat data van meer dan 25.000 studies en bestudeert de associatie tussen genetische varianten en diverse fenotypes.

[The UK Biobank](#): Bevat data van meer dan 500.000 mensen in het Verenigd Koninkrijk en bestudeert de genetische en omgevingsfactoren die van invloed zijn op gezondheid en welzijn.

Enkele kenmerken:

Empathie: GAIN: Schattingen variëren van 20% tot 50%.

Vriendelijkheid: GAIN: Schattingen variëren van 20% tot 40%.

[Intelligentie](#): UK Biobank: Studies suggereren 30 % voor kinderen-50% voor volwassenen

Behoeftte aan seks of libido: UK Biobank: 60%

Geheugen: UK Biobank: Studies suggereren een erfelijkheid van 50-60%.

Creativiteit: UK Biobank: Studies suggereren een erfelijkheid van 20-30%.

Religiositeit: GAIN: Schattingen variëren van 20% tot 50%.

Leiderschap: UK Biobank: Studies suggereren een erfelijkheid van 20-30%.

Verslaving: UK Biobank: 70%

Weerstand tegen ziekten: GAIN: 10% tot 50%, afhankelijk van de ziekte.

Weerstand tegen griep GAIN: 20-30%

Psychologische veerkracht: UK Biobank: 40-50%.

Angst: UK Biobank: Studies suggereren een erfelijkheid van 30-50%.

Moed: UK Biobank: Studies suggereren een erfelijkheid van 20-30%.

Risico-neming: GAIN: Beperkte studies, met schattingen rond 30-40%.

Agressiviteit: UK Biobank: 80%

Sportiviteit: UK Biobank: Studies suggereren een erfelijkheid van 40-50%.

Lichamelijke kracht: UK Biobank: Studies suggereren een erfelijkheid van 50-60%.

Handigheid: GAIN: Schattingen variëren van 20% tot 40%.

Lang leven: UK Biobank: Studies suggereren een erfelijkheid van 30-40%.

Geluk: GAIN: 40-50%

Optimisme: GAIN: 30-40%

Muziek: GAIN: 40-50%

Voorkeur voor [majeur](#) en [mineur](#) GAIN: 30-40%

Bovendien kan de expressie van de genen variëren door omgevingseffecten:

Voeding, stress, blootstelling aan gifstoffen, enzovoort.

Chemische veranderingen van het DNA kunnen de genexpressie beïnvloeden.

De meeste schattingen van de erfelijkheid van kenmerken in de genoemde databases zijn veel te laag.

Dit komt doordat er uitsluitend wordt gekeken naar bekende SNP's, terwijl het totale plaatje onbekend is.

Verder komt het door:

1. *Complexiteit van kenmerken*: De meeste kenmerken, zoals intelligentie, persoonlijkheid en muzikale voorkeur, zijn complex en **worden beïnvloed door een groot aantal genen** en omgevingsfactoren.

2. *Interacties tussen genen en omgeving*: De effecten van genen op kenmerken kunnen worden beïnvloed door omgevingsfactoren. Zo kan een gen dat een aanleg geeft voor een bepaalde ziekte alleen tot uiting komen als de persoon wordt blootgesteld aan een bepaalde omgeving.

3. *Meet-technische problemen*: Het is vaak moeilijk om kenmerken op een betrouwbare en objectieve manier te meten. Dit kan leiden tot onnauwkeurige schattingen van de erfelijkheid.

4. *Statistische power*: De meeste studies naar de erfelijkheid van kenmerken hebben een beperkte statistische power. Dit betekent dat ze mogelijk te klein zijn om kleine effecten van genen te detecteren.

De schattingen van de erfelijkheid van kenmerken in de genoemde databases zijn waarschijnlijk 20-40 % te laag.

Dit kan komen door de factoren die hierboven zijn genoemd.

Dus bijvoorbeeld in plaats van 40% voorkeur voor mineur muziek, kan het ook 60 % zijn.

Dat is des te waarschijnlijker omdat bepaalde etnische groepen een voorkeur hebben voor mineur en andere voor majeur muziek. Muziek is dus geen universele taal, zoals sommigen beweren. Misschien is de mineur voorkeur zelfs voor 80% erfelijk.

De genoemde percentages zijn dan vooral belangrijk om te kijken in hoeverre het ene kenmerk meer erfelijk is dan het andere.

Tweelingstudies in het algemeen, en ook die van MATCH suggereren een veel hogere erfelijkheid dan die van de databases van UK Biobank, GWAIN en GWAS.

Het bepalen van het percentage erfelijkheid van intelligentie is een van de meest besproken onderwerpen in de genetica. De cijfers verschillen namelijk sterk afhankelijk van de gebruikte onderzoeksmethode.

Hieronder staan de specifieke percentages zoals die naar voren komen uit de **UK Biobank** en grootschalige **GWAS** (Genome-Wide Association Studies):

1. UK Biobank & GWAS (SNP-erfelijkheid)

Wanneer onderzoekers kijken naar de UK Biobank (vaak afgekort tot UKB) en gebruikmaken van GWAS, meten ze de zogenaamde **SNP-erfelijkheid**. Dit kijkt alleen naar de veelvoorkomende variaties in het DNA die we direct kunnen meten.

Percentage: De schattingen liggen meestal tussen de **20% en 30%**.

Specifiek onderzoek: Een grote meta-analyse (o.a. Savage et al.) vond een SNP-erfelijkheid van ongeveer **19% tot 25%** voor "vloeibare intelligentie" (fluid intelligence) binnen de UK Biobank.

2. De "Missing Heritability" (Het Gat)

Het zal je opvallen dat deze 20-30% veel lager is dan de 50-80% die vaak in oudere

tweelingstudies wordt genoemd. Dit verschil noemen wetenschappers de *missing heritability*.

Tweelingstudies: Geven vaak **50% tot 80%** aan.

Oorzaak van het verschil: GWAS kijkt alleen naar veelvoorkomende genen.

Zeldzame genetische variaties en complexe interacties tussen genen worden in een standaard GWAS-percentages vaak niet meegeteld, maar ze zijn wel aanwezig bij tweelingen.

3. Leeftijd speelt een grote rol

De percentages van de Biobank zijn gebaseerd op volwassenen. Dit is belangrijk omdat de erfelijkheid van intelligentie **toeneemt** naarmate we ouder worden (de zogenaamde *Wilson-effect*):

Kindertijd: Erfelijkheid wordt geschat op ca. **20-40%**.

Volwassenheid: Erfelijkheid loopt op naar **60-80%** in tweelingstudies, terwijl de UK Biobank (voor volwassenen) dus op die **20-30%** uitkomt voor direct meetbare markers.

Samenvatting in een tabel

Methode	Type Data	Geschat Percentage
GWAS / UK Biobank	Direct gemeten DNA-punten (SNPs)	20% – 30%
GCTA / GREML	Genetische gelijkenis onverwante mensen	ca. 25%
Tweelingstudies	Vergelijking een-eiig vs. twee-eiig	50% – 80%

Kortom: Als je de data van de UK Biobank of een gemiddelde GWAS bekijkt, zul je meestal een getal rond de **25%** tegenkomen. Dit is de "harde" ondergrens van wat we nu direct in het DNA kunnen aanwijzen, **terwijl de werkelijke biologische erfelijkheid (inclusief zeldzame genen die men nog niet heeft meegenomen) waarschijnlijk veel hoger ligt.**

Ondanks alle kritiek op tweelingstudies, geeft die dus toch een beter beeld van de erfelijkheid van kenmerken dan de benadering vanuit de biologie, omdat de biologische kennis (nog) niet toereikend genoeg is.

Er is meer onderzoek nodig om de erfelijkheid van kenmerken beter te begrijpen. Toekomstige studies met meer SNP's in grotere steekproeven en geavanceerdere statistische methoden kunnen leiden tot nauwkeurigere schattingen van de erfelijkheid.

Het is niet zo dat je lot volledig vastligt door je genen. Omgevingsfactoren spelen ook een belangrijke rol in de ontwikkeling van kenmerken.

De genoemde percentages zijn schattingen en kunnen variëren afhankelijk van de studie.

Erfelijkheid is complex en beïnvloedt niet alle aspecten van een kenmerk. Omgevingsfactoren spelen ook een belangrijke rol in de ontwikkeling van alle kenmerken.

Het is natuurlijk mogelijk om de onderlinge correlaties te berekenen van de verschillende kenmerken.

Er zijn positieve correlaties tussen de behoefte aan seks(libido) en geluk, negatieve correlaties tussen angst en lang leven, en positieve correlaties tussen psychische veerkracht en leiderschap en moed en leiderschap.

Als je een percentage ziet van een schatting van de erfelijkheid, zie dat dan als de genetische blauwdruk die je van **beide ouders samen** hebt ontvangen. Het getal vertelt je hoe sterk de "natuur" (genen) meespeelt ten opzichte van "nurture" (omgeving) voor dat specifieke kenmerk. De exacte kans hangt af van de specifieke genen die betrokken zijn bij het kenmerk.

Dominante genen: Als één van de ouders een dominant gen heeft voor het kenmerk, is de kans dat het kind dat kenmerk heeft hoog, zelfs als de andere ouder het gen niet heeft.

Recessieve genen: Als beide ouders een recessief gen hebben voor het kenmerk, is de kans dat het kind dat kenmerk heeft 25%.

Voorbeelden van dominante genen zijn: Oogkleur, bloedgroep, haartype, maar ook:

Extraversie, Empathie, Angst, Assertiviteit, Leiderschap.

Moed of angst is dus in grote mate erfelijk.

Dominantie is niet altijd compleet. In sommige gevallen kan een individu met één dominant en één recessief allel, (heterozygoot), een fenotype vertonen dat tussenliggend is aan de fenotypes van de individuen met twee dominante of twee recessieve allelen, (homozygoot.).

Er zijn veel meer eigenschappen die door genen worden beïnvloed, maar niet alle [allelen](#) zijn dominant of recessief.

De erfelijkheid van een kenmerk is complex en kan worden beïnvloed door **meerdere genen** en omgevingsfactoren.

Echter de mensen van verschillende populaties hebben een opvallende gelijkenis met elkaar en lijken meer op elkaar dan de meeste andere dieren wat onderlinge populaties betreft.

Rassen of populaties

Biologen hebben het begrip “Rassen” na de Tweede Wereldoorlog geherdefinieerd. Ondanks ontkenningen vanuit de academische wereld, vermoed ik dat de rassendiscriminatie en de holocaust, de genocide op de Joden, daar debet aan is. Het is natuurlijk wetenschappelijke onzin dat het ene ras superieur zou zijn aan het andere. Je kunt hoogstens zeggen: Het ene ras is beter in bepaalde dingen, en het andere ras is beter in andere dingen. Het is afschuwelijk wat het Germaanse superioriteits denken heeft aangericht tegenover het zwarte ras en tegenover andere rassen. De moord op de Joden kwam voort uit de onverdraagzaamheid van het Christendom tegen andere godsdiensten: tegen Jodendom en Islam, maar omdat met Islamitische staten openlijk oorlog werd gevoerd en er geen Moslims in Europa waren (behalve op de Balkan), maar alleen Joden, werden zij de zondebok. Het heeft niets met wetenschap te maken.

De slavernij en het kolonialisme van zwart Afrika kwam voort uit het feit dat **culturen en beschavingen zich ongelijkmatig ontwikkelen**.

Slavernij en kolonialisme is echter niet iets wat alleen de Germanen of Europeanen hebben gedaan. Het kwam ook in bepaalde andere culturen voor. Het kwam voort uit veroveringsdrang en uit het zogenaamde “recht van de sterkste” (wat dus per definitie geen recht is).

Slavernij, kolonialisme, discriminatie en zelfs massamoord komt in de geschiedenis voor, waarbij de sterkere partij de zwakkere overwint. En daarbij speelt de ontwikkeling van kennis en techniek de belangrijkste rol.

De Romeinen overwonnen de Germanen, de Galliërs en andere volken. Die namen daarna de Romeinse technieken over in de Middeleeuwen.

Europa heeft zich mede kunnen ontwikkelen in de Middeleeuwen door Aziatische invloeden vanaf de reis van Marco Polo door het grote Mongoolse Rijk van Ghenghis Khan. Het kompas, boekdrukkunst, papier, en het buskruit waren al door de Chinezen uitgevonden en bereikten de Arabieren en de Europeanen via de zijderoute. Daar werden ze soms opnieuw uitgevonden, maar het idee hing al in de lucht.

Maar Afrika ten zuiden van de Sahara, Amerika en Australië bleven geïsoleerd. Daardoor konden de Europeanen wapens met buskruit ontwikkelen: geweren en

kanonnen en de Zwarte Afrikanen, de Indianen en de Australische Aboriginals niet. Doordat Europa technisch en economisch zich meer had ontwikkeld was ze sterker en in staat Afrika, Noord- en Zuid- Amerika en Australië te koloniseren, evenals delen van Azië.

Een kanon en een geweer wint het van speer en pijl en boog.

Dat veranderde pas nadat Europa met 2 keer zichzelf in oorlog was gekomen en de gekoloniseerde volken ook geweren kregen.

Pseudowetenschappelijk kreeg discriminatie en zelfs genocide op niet-blanke volken een zogenaamde “rechtvaardiging” door een verkeerde uitleg van de evolutietheorie.

Doordat de Engelsen en Fransen grote koloniën hadden waren ze overtuigd van hun superioriteit.

Zowel de Gobineau als Galton dachten dat het blanke ras superieur was.

Bij de warrige Gobineau was dat *ten onrechte* alleen gebaseerd op de bijbel.

Maar in de grootste koloniale macht van die tijd: Engeland en nog wel een bekende statisticus, die op ander gebied wel goede bijdragen had geleverd: Karl Pearson, probeerde er een “wetenschappelijk” tintje er aan te geven. Daar bleef het niet bij: hij ontwikkelde het agressieve concept “rassenoorlog”.

Hij bepleitte dat het Germaanse, in het bijzonder het blanke Anglo -Saksische ras, waartoe hij zelf behoorde, superieur was aan andere rassen en dat die andere rassen moest uitroeien. Dat werd de voedingsbodem voor het racisme van de Nazi's en Adolf Hitler.

Hoewel hij ondanks zijn onmenselijke opvattingen toch veel gepresteerd had in de statistiek, zijn zijn opvattingen een verkeerde uitleg van de Darwins evolutietheorie. Belangrijk om te weten: *Ook iemand met hele verkeerde opvattingen, of zelfs heel verkeerd gedrag, kan toch goed zijn in een ander opzicht.* (Een moordenaar kan een fantastisch goede pianist zijn; Leni Reifenstahl had verkeerde nazi opvattingen, maar maakte toch een prachtig fotoboek over een Afrikaans volk, The People of Kau (al hoewel dat begrijpelijkerwijs niet te accepteren is door de slachtoffers zoals Susan Sontag): Maar mijn visie is dat als er positieve prestaties zijn van iemand met verkeerde opvattingen, moeten die ook erkend worden.

Wat was het verschil in de evolutietheorie ?

Darwin zag variatie binnen een soort niet alleen als een feit, maar als de cruciale motor achter evolutie. Zonder variatie kan natuurlijke selectie immers niet plaatsvinden.

Darwin stelde dat een soort met veel verschillende variëteiten (onderrassen) een grotere kans heeft om te overleven. Hij merkte op dat een gebied meer leven kan ondersteunen als de bewoners ervan gediversifieerd zijn. Verschillende variëteiten kunnen verschillende voedselbronnen of leefomgevingen gebruiken, waardoor de soort als geheel succesvoller is.

Hij zag in dat het kruisen van verschillende variëteiten (wat hij cross-breeding noemde) leidde tot nakomelingen die gezonder en krachtiger waren.

Hij paste dit inzicht ook toe op de mens: hij was bezorgd over de gezondheidseffecten van huwelijken tussen neven en nichten (iets wat in zijn eigen familie, de Wedgwood-Darwin familie, veel voorkwam).

Darwin was tegenstander van de slavernij en hij was voor hulp aan de zwakkeren. Kortom: Het idee dat je rassenoorlog moet voeren voor betere overleving is niet alleen onmenselijk, maar ook niet terug te voeren op Darwin: wetenschappelijk volstrekt onjuist.

Dit alles wil echter niet zeggen dat er geen “rassen” bestaan, dat wil zeggen dat er geen erfelijke verschillen zouden bestaan tussen verschillende populaties.

Burrhus Frederic Skinner was een invloedrijke Amerikaanse psycholoog die bekendstaat om zijn theorie over operante conditionering, wat inhoudt dat gedrag geleidelijk wordt geleerd door middel van beloning en straf. Die stroming heet het Behaviorisme.

Hij beweerde dat AL het gedrag daardoor ontstond en ontkende feitelijk de invloed van erfelijkheid.

Het is onjuist om biologische feiten te ontkennen omdat die in de menselijke geschiedenis voor een verkeerde politiek zijn misbruikt.

Biologie is onafhankelijk van menselijke geschiedenis en politiek, en erfelijkheid is een belangrijk onderdeel van de natuur en de biologie.

Dat geldt trouwens ook voor eugenetica.

Eugenetica is het verbeteren van bepaalde eigenschappen van rassen. Dat kan door seksuele selectie. Het kan ook door gentherapie en genenmanipulatie.

Maar het kan worden toegepast op **alle rassen**, van alle plantenrassen, van alle dieren rassen en van alle mensenrassen. Het is dus niet juist om eugenetica voor te stellen als iets dat alleen van toepassing kan zijn op het Germaanse ras of het blanke ras.

Hoe dan ook: In de officiële academische biologie is het begrip ras geherdefinieerd.

Academici zijn begrijpelijk huiverig geworden om het begrip “ras” te gebruiken.

Voor de tweede wereldoorlog werd het verschil tussen een ras en een soort gedefinieerd als: een soort kan geen vruchtbare nakomelingen krijgen met een ander soort, maar een ras wel.

Tegenwoordig wordt een ras alleen zo genoemd als een plant of dier door mensen gekweekt is: zoals planten, vee en huisdieren.

De “wilde” planten en dieren kennen de volgende afstammingslijn:

varianten kunnen voorlopers zijn van ondersoorten en die weer voorloper naar soorten. Dat is een mogelijkheid, maar varianten kunnen ook gewoon varianten blijven en ondersoorten ook.

De omgeving (geografie, klimaat) bepaalt hoe het zich ontwikkelt.

Dit is de verschillen:

1. Soorten (Species)

Een soort is de basisgroep. Dieren behoren tot dezelfde soort als ze zich onderling

kunnen voortplanten en vruchtbare nakomelingen krijgen. Ze delen een unieke genetische blauwdruk.

Voorbeeld: De Leeuw (*Panthera leo*) en de Tijger (*Panthera tigris*).

Het verschil: Hoewel ze beide grote katten zijn, zijn het aparte soorten. Een leeuw en een tijger zullen in de natuur niet uit zichzelf paren, en hun eventuele nakomelingen (zoals een lijger) zijn vrijwel altijd onvruchtbaar.

2. Ondersoorten (Subspecies)

Een ondersoort is een groep binnen een soort die er net even anders uitziet of in een ander gebied leeft, maar nog wel vruchtbaar kan paren met andere groepen van dezelfde soort. Dit ontstaat vaak door geografische isolatie.

Voorbeeld: De Afrikaanse olifant. De Savanneolifant (*Loxodonta africana africana*) is groter en heeft naar buiten gebogen slagstanden. De Bosolifant (*Loxodonta africana cyclotis*) is kleiner, heeft rondere oren en rechte, naar beneden wijzende slagstanden. Het verschil: Ze kunnen technisch gezien nog samen jongen krijgen, maar omdat de een in de jungle leeft en de ander op de savanne, gebeurt dat zelden.

3. Varianten (Variations / Morphs)

Een variant (ook wel een 'morf' genoemd) is de kleinste onderverdeling. Dit gaat puur om uiterlijke verschillen binnen dezelfde populatie, vaak veroorzaakt door een klein genetisch verschil of omgevingsfactoren.

Voorbeeld: De Zwarte panter. Het verschil: Een zwarte panter is geen aparte soort of ondersoort. Het is simpelweg een genetische variant (melanisme) van een Luipaard of een Jaguar. In één nestje kunnen zowel gevlekte als zwarte welpen voorkomen. Het zijn nog steeds exact dezelfde dieren, alleen met een andere "jas".

Bij mensen zijn wat men vroeger rasverschillen noemde varianten, want mensen hebben in vergelijking met andere zoogdieren veel gemeenschappelijke kenmerken. Maar biologen noemen het met de algemene term "populaties".

Een populatie heeft eenzelfde erfelijk kenmerk, veroorzaakt door een zelfde allel. In de tropen betekent dat zwarte huidskleur het beste beschermt tegen de zon, maar in de gematigde of koude luchtstreek is een lichte huidskleur beter omdat die beter vitamine D opvangt uit het zonlicht. Bovendien is in koude luchtstreken wit een camouflage kleur in de sneeuw. Daarom is een ijsbeer wit en zijn beren ten zuiden van de koude luchtstreek bruin of zwart. Een zwarte huidskleur in de koude luchtstreek heeft juist nadelen: Een zwarte beer op de Noordpool valt extra op en heeft dus minder kans onverhoeds te jagen. Een zwart mens in de koude of gematigde luchtstreek krijgt tekort aan vitamine D. Als dat niet door supplementen wordt aangevuld, kan hij een lichamelijke en geestelijke problemen krijgen zoals depressie.

Het stenen tijdperk en de tegenwoordige tijd

Het is belangrijk te constateren dat de menselijke eigenschappen sinds de oertijd, zo'n 50.000 jaar geleden, niet meer zijn veranderd.

Ook de huidige mens heeft eigenschappen die zijn afgestemd op het stenen tijdperk, en niet op de industriële kapitalistische samenleving waarin we vandaag de dag leven.

In veel opzichten hebben cultuur en technische ontwikkeling het leven makkelijker gemaakt en comfortabeler. Maar in allerlei andere opzichten is het leven ongezonder geworden.

Ja, we leven langer dan ooit. Maar dat komt niet doordat we zoveel pillen slikken, of de hele dag op de bank naar de tv kijken terwijl we ondertussen koekjes, chocolade of vette worst eten. Dat komt omdat de belangrijkste ziekten onder controle zijn gekomen doordat het water weer schoon is, omdat er riolering is en omdat er vaccinaties zijn.

Dat zijn natuurlijk verworvenheden, maar daarbij moeten we bedenken dat die ziekten er vroeger niet eens waren, maar juist door toedoen van de mens zijn ontstaan.

Heel veel besmettelijke ziekten zijn ontstaan door te intieme omgang met dieren en het houden van vee. Nog steeds komen nieuwe ziekten door het grootschalig houden van vee. En de waterleiding en riolering was in het stenen tijdperk niet nodig. Waarom niet ?

En er waren niet zo veel mensen. Als je moest poepen ging je gewoon achter een struik zitten. Er was geen riolering nodig.

Het water was schoon. Je kon gewoon uit de beek drinken of uit een meer. Het was niet zoals nu verontreinigd met giftige chemische stoffen of met afvalstoffen van de mens.

Ze kregen geen rotte tanden, want ze aten geen snoep, hooguit af en toe wat fruit en een keer per jaar honing,

Ze kregen ook geen obesitas of diabetes 2, want in de natuur kun je veel uitrusten, maar je moet toch meer in beweging komen dan tegenwoordig.

Ze kregen geen of veel minder kanker, want ze gebruikten geen chemische middelen, pillen of kwamen in contact met giftige stoffen en een groot aantal virusziekten als gevolg van veeteelt, bestonden nog niet voor de mens.

Ze sliepen beter, want je ging slapen als het donker werd.

Omdat ze veel vezels aten, hadden ze geen last van een verstopte stoelgang.

Er was geen werkdruk. Er was geen politie. Je was gewoon onderdeel van de stam.

Alles was normaal. Daarom waren er veel minder geestelijke stoornissen.

Omdat je voortdurend bewoog, was ADHD geen probleem, integendeel. Omdat de mensen heel veel buiten waren, kregen ze voldoende vitamine D en waren er geen of veel minder depressieve mensen. Agressie werd beteugeld door oefeningen van de

stam in het vechten. Als iemand echt onhandelbaar was, was er één straf gebruikelijk: je werd (soms voor een tijdje) uit de stam gegooid: dan moest je jezelf maar onderhouden. In de loop der tijd zijn mensen er echter achter gekomen dat bepaalde kruiden ook helpen tegen verschillende ziekten en kwalen en ook tegen geestelijke stoornissen.

Inderdaad er gingen relatief meer mensen dood dan tegenwoordig, vooral baby's en kleine kinderen stierven vaak door ziekten of ongelukken of werden opgegeten door wilde dieren. Daardoor werd de gemiddelde leeftijd veel lager dan nu. Dat is natuurlijk wel een vooruitgang: Dat we nu in staat zijn de kinderen een veiliger leven te bezorgen en dat het leven makkelijker en comfortabeler is geworden.. Maar er is ook een keerzijde aan de vooruitgang: In het stenen tijdperk waren er kleine menselijke groepen of stammen die met elkaar optrokken. Er bestond geen eenzaamheid.

Conflicten intern werden opgelost door een ritueel of te vechten. Maar daar werden beide vechters moe van en dan hielden ze op. Als ze telkens opnieuw gingen vechten en niet wilden ophouden greep de overgrootmoeder van de stam in. Meestal was ze een stuk minder oud dan hedendaagse overgrootmoeders, want seks werd beoefend vanaf de puberteit, zeg vanaf 12 jaar. Dus soms was ze al vanaf 60 jaar overgrootmoeder.

Zij was overgrootmoeder van 68 achterkleinkinderen, waaronder weerbare mannen. Daarom had ze groot gezag.

Ze zei: "Stop nou met die ongein. Anders laat ik jullie een flink pak slaag geven en krijgen jullie de komende 2 dagen geen eten meer."

Dan werd er een ritueel gehouden, dat eindigde met verzoening: het elkaar omarmen, kussen of een hand geven en dan was de zaak voorbij.

De eenheid van een stam was heilig, vooral als er een conflict was met een andere stam, of als de stam door natuurlijke oorzaken in gevaar was.

Bij conflicten met andere stammen was het belangrijk welke groep de sterkste was. Alle stammen hadden ongeveer hetzelfde technische ontwikkelingsniveau, dus de overwinning hing niet af van dat de een betere wapens had dan de ander.

In die tijd ging alles volgens de traditie en kwam er bijna niemand op het idee om iets nieuws uit te vinden. En als het werd uitgevonden, werd het door de groep niet naar waarde geschat.

Wat was wel van belang ?

De grootte van de groep, de gezondheid, de kracht en intelligentie van de groepsleden.

De liefde van de groepsleden voor elkaar en de groep als geheel en de mate van praktische samenwerking met elkaar bepaalden de kracht tegenover andere groepen.

Bij een groep die bestond uit meerdere etnische groepen, was de identificatie van de

verschillende groepsleden met de groep en de grootte bepalend.

De grootte van een groep werd natuurlijk verminderd door onderlinge strijd: als er groepsleden vermoord werden, werd de groep kleiner. Bovendien kon een verdeelde groep geen vuist maken.

Daarom is: “**Gij zult niet doden**” één van de 10 geboden, een van de eerste geboden die alleen betrekking had op de interne leden van de stam. Het gold echter niet voor conflicten met andere stammen.

Conflicten met andere stammen kwamen niet veel voor omdat ieder zijn eigen gebied had. Ook die conflicten werden soms opgelost door onderling cadeautjes uit te wisselen, of bruiden te geven, of door een verbond te sluiten met de andere stam. Het kon echter ook op oorlog uitlopen en dan werden soms bij de verliezende partij de volwassen mannen gedood. Maar het bleef altijd beperkt tot een relatief klein aantal mensen.

Tegenwoordig echter zijn er zulke wapens ontwikkeld dat het de hele mensheid en zelfs het leven op aarde in gevaar brengt.

Door de ontwikkeling van de techniek zijn wapens uitgevonden, waarmee vanaf 1400 hele volken zijn uitgemoord, zoals de Aboriginals van Australië, de Indiaanse volkeren van Noord- Midden- en Zuid- Amerika en andere volken tot slaaf gemaakt. De ontwikkeling van de techniek heeft industrieën laten ontstaan die aan de ene kant welvaart brachten voor een bepaalde groep en aan de andere kant grote groepen mensen reduceerde tot verlengstukken van de machine. Bovendien heeft het het milieu voor een groot deel vergiftigd of radioactief besmet.

Tenslotte heeft het vele andere soorten leven uitgeroeid en lopen de meeste andere dieren en planten in de natuur gevaar om ook te worden uitgeroeid.

Techniek zelf is echter niet goed of slecht.

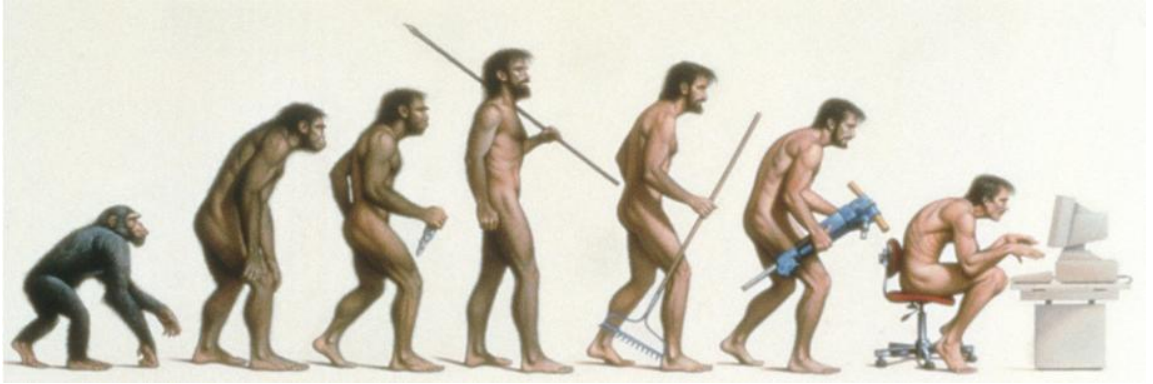
Maar techniek kan voor een kwaad doel worden gebruikt, maar ook voor een goed doel.

Het hangt er maar vanaf hoe en voor welk doel je techniek gebruikt.

De mensen moeten beseffen dat zij onderdeel zijn van de totale natuur en dat het geen luxe is om dat te erkennen, maar noodzaak om gezond te blijven. Wij ademen de lucht in: van nature is die schoon, laten we die lucht niet verpesten door het te vergiftigen.

We drinken van nature water. Laten we de techniek nu eens gebruiken niet om het water te vergiftigen, maar om het schoon te maken.

Wij eten van nature gezond: In het stenen tijdperk rookten de mensen niet en aten ze groenten en knollen die ze verzamelden en bij uitzondering vis of vlees. Ze aten geen producten van de voedingsindustrie die extra veel ongezond vet krijgen en te veel zout en suiker, omdat mensen dat makkelijker kopen, hoewel men weet dat het ongezond is.



Figuur: Evolutie van de moderne mens. Bij de laatste 2 rechts, zie je de last van de beschaving: Hij gaat er onder gebukt.

Ze zaten ook niet de hele tijd op een stoel of hingen op een bank. Ze gingen s' morgens naar een kostgrondje om wat groenten en fruit te plukken. Een keer in de week gingen de mannen op jacht. Mensen moesten hun hutje zelf bouwen. Ze hoefden voor niemand 8 uur per dag of langer te werken, maar ze lagen ook niet de hele tijd alleen maar uit te rusten. Die levensstijl is waar de mensen van nu ook opgebouwd zijn, en als we gezond willen blijven, moeten we bepaalde elementen van die levensstijl weer invoeren.

Wat betreft de elementen die een groep sterk maken:

Die gelden vandaag de dag nog net zo als in het stenen tijdperk.

Maar vandaag de dag is de wereld één geworden, door internet, handel en uitwisseling.

In de toekomst wordt die eenheid nog meer versterkt.

Als we willen dat de mensheid nu gezond en gelukkig wordt, moeten we onze groep herdefiniëren.

Onze groep waarvan de lid zijn, is niet alleen ons gezin, onze familie, onze stam, onze voetbalclub, onze landgenoten, ons ras, leden van dezelfde hobby, religie of anderszins:

Onze groep waar we lid van zijn moet nu de hele mensheid omvatten.

Overzicht van soorten naar overeenkomst met mens

Overzicht van overeenkomst binnen populaties van verschillende dier- en plantensoorten en de overeenkomst met de mens.

1 Dier/Plant	2 Wetenschappelijke naam	3 Onderlinge DNA binnen soort	4 Allel in soort	5 DNA mens	6 Allel mens	7 a/f
Mens	Homo sapiens	~99,9%	8	100%	10	10
Bonobo	Pan paniscus	~99,0%	6	~98,7%	9	9
Gorilla	Gorilla gorilla	~98,0%	7	~98,3%	8	8
Varken	Sus scrofa domesticus	~99,5%	6	~98%	6	7
Wild zwijn	Sus scrofa	~99,0%	8	~98%	6	7
Kat	Felis catus	~99,0%	7	~90%	5	6
Leeuw	Panthera leo	~98,5%	6	~90%	5	6
Paard	Equus caballus	~99,0%	7	~85%	5	6
Ezel	Equus asinus	~98,5%	7	~85%	5	6
Muis	Mus musculus	~99,5%	8	~85%	5	5
Rat	Rattus norvegicus	~99,5%	8	~85%	5	5
Nijlpaard	Hippopotamus	~98,5%	6	~85%	5	5
Hond	Canis lupus familiaris	~99,8%	5	~84%	5	6
Wolf	Canis lupus	~99,0%	7	~84%	5	6
Koe	Bos taurus	~99,0%	7	~80%	5	6
Zeeboe	Bos indicus	~98,5%	7	~80%	5	6
Watusi	Bos taurus (ras)	~99,0%	5	~80%	5	6
Sanga	Bos taurus (ras)	~99,0%	5	~80%	5	6
Bizon	Bison bison	~98,5%	7	~80%	5	6
Dolfijn	Delphinus delphis	~99,0%	7	~80%	5	6
Orka	Orcinus orca	~99,0%	6	~80%	5	6
Afrikaanse olifant	Loxodonta africana	~99,0%	7	~80%	5	6
Vleermuis	Chiroptera (orde)	~98,5%	7	~80%	5	5
Bali-koe	Bos javanicus	~98,0%	6	~80%	4	5
Gewone vinvis	Balaenoptera physalus	~98,5%	6	~80%	4	5
Giraf	Giraffa camelopardalis	~98,5%	7	~78%	4	5
Lancetvisje	Branchiostoma lanceolatum	~97,5%	6	~75%	4	3
Zebravis	Danio rerio	~98,0%	7	~70%	5	5
Zeeëgel	Strongylocentrotus purpuratus	~96,5%	7	~70%	3	2
Zeester	Asterias rubens	~96,0%	7	~70%	2	2
Haring	Clupea harengus	~97,5%	8	~65%	4	4
Papegaai	Psittacus erithacus	~98,5%	6	~65%	3	4
Kraai	Corvus corone	~98,5%	7	~65%	3	4
Meeuw	Larus argentatus	~98,5%	7	~65%	3	4

Zeeanemoon	Actinia equina	~95,0%	6	~65%	2	2
Octopus	Octopus vulgaris	~97,0%	7	~60%	2	3
Banaan	Musa paradisiaca	~98,0%	5	~60%	2	1
Kwal	Aurelia aurita	~94,0%	6	~60%	1	1
Gewone spons	Spongilla lacustris	~94,0%	5	~60%	1	1
Krokodil	Crocodylus niloticus	~98,0%	7	~55%	3	4
Wurgslang	Boa constrictor	~97,5%	7	~55%	3	3
Adder	Vipera berus	~97,5%	7	~55%	3	3
Kegelslak	Conus (geslacht)	~97,5%	7	~55%	2	2
Naaktslak	Aplysia californica	~97,0%	6	~55%	2	2
Fruitlegje	Drosophila melanogaster	~98,0%	8	~44%	3	2
Honingbij	Apis mellifera	~99,0%	7	~44%	2	2
Regenworm	Lumbricus terrestris	~95,0%	6	~40%	2	2
Wesp	Vespa vulgaris	~98,0%	7	~40%	2	2
Vlieg	Musca domestica	~98,0%	7	~40%	2	2
Mug	Culex pipiens	~98,0%	8	~40%	2	2
Bloedzuiger	Hirudo medicinalis	~96,5%	6	~40%	2	2
Waterbeer	Ramazzottius varieornatus	~95,0%	5	~40%	2	2
Vlo	Siphonaptera (orde)	~97,5%	7	~38%	2	2
Sprinkhaan	Locusta migratoria	~97,5%	8	~38%	2	2
C. elegans	Caenorhabditis elegans	~98,5%	4	~36%	2	2
Mier	Formica rufa	~98,0%	6	~35%	2	2
Zandraket	Arabidopsis thaliana	~99,0%	7	~35%	2	1
Rijst	Oryza sativa	~98,5%	7	~35%	2	1
Rogge	Secale cereale	~98,5%	8	~35%	2	1
Kersenboom	Prunus avium	~98,0%	7	~35%	2	1
Sinaasappelboom	Citrus sinensis	~97,5%	7	~35%	2	1
Yeti krab	Kiwa hirsuta	~97,0%	5	~35%	2	2
Bakkersgist	Saccharomyces cerevisiae	~99,5%	4	~31%	2	1
Eik	Quercus robur	~97,5%	8	~30%	2	1
Taxus	Taxus baccata	~97,0%	6	~30%	2	1
Den	Pinus sylvestris	~97,5%	8	~30%	2	1
Palmboom	Arecaceae (familie)	~97,0%	7	~30%	2	1
Slijmzwam	Physarum polycephalum	~90,0%	6	~30%	1	1
Kroos	Lemna minor	~98,0%	6	~30%	1	1
Amebe	Amoeba proteus	~93,0%	5	~30%	1	1
Zeesla	Ulva lactuca	~96,0%	6	~28%	1	1
Champignon	Agaricus bisporus	~97,0%	6	~25%	1	1

Cantharel	Cantharellus cibarius	~97,0%	6	~25%	1	1
Mos	Bryophyta (afdeling)	~95,0%	6	~25%	1	1
Maitake	Grifola frondosa	~97,0%	6	~25%	1	1
Dinoflagellaten	Dinoflagellata (afdeling)	~95,0%	6	~25%	1	1
Kaasschimmel	Penicillium camemberti	~97,5%	4	~22%	1	1
Piramidevlamschimmel	Rhizopus stolonifer	~96,5%	5	~20%	1	1
Yoghurtbacterie	Lactobacillus bulgaricus	~99,0%	3	~15%	1	1
Blauwalg	Cyanobacteria (stam)	~98,0%	3	~15%	1	1
E. coli	Escherichia coli	~99,0%	3	~15%	1	1
Staphylococcus	Staphylococcus aureus	~98,5%	3	~12%	1	1
Mycoplasma	Mycoplasma genitalium	~99,5%	2	~12%	1	1
Archaea	Methanobacterium	~97,0%	3	~10%	1	1
Influenzavirus	Influenzavirus A	~85,0%	2	~1%	1	1
Prion	(misvouwen eiwit)	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	1	1

Verklaring tabel: Kolom 3: Het percentage genen dat populaties binnen een soort overeenkomen. Kolom 4: De allel overeenkomst binnen een soort. Kolom 5: Het percentage genen dat overeenkomt met de mens. Kolom 6 de overeenkomst met de mens van allelen, kolom 7 de overeenkomst met de mens in uiterlijk, anatomie (morfologisch) en functie.

Kolom 4,6 en 7 zijn geschatte scores met waarden van 10 tot 1, waarmee de overeenkomst met de mens wordt aangeduid. 10= volledige overeenkomst, 1=de minst mogelijke overeenkomst.

(De tabel is gerangschikt op kolom 5: de genen overeenkomst van die soort met de mens).

Waar komen die getallen vandaan ?

De getallen in de tabel zijn een combinatie van drie dingen:

1. Goed gedocumenteerde wetenschappelijke cijfers

Voor een beperkt aantal organismen bestaan er gepubliceerde, goed onderbouwde percentages. Dit zijn onder andere:

Mens/chimpansee (~98,7%) — gepubliceerd door onder andere Mikkelsen et al. in *Nature* (2005) en het Chimpanzee Sequencing Consortium

Mens/muis (~85%) — gepubliceerd door Waterston et al. in *Nature* (2002)

Mens/varken (~98% voor eiwitcoderende genen) — gepubliceerd door Groenen et al. in *Nature* (2012)

Mens/zebravis (~70%) — gepubliceerd door Howe et al. in *Nature* (2013)

Mens/fruitvliegje (~44% van ziektegenen) — gepubliceerd door Rubin et al. in *Science* (2000)

Mens/bakkersgist (~31%) — een klassiek gegeven uit de vergelijkende genomica

Mens/banaan (~60% van functionele genen) — een veelgeciteerd getal uit populairwetenschappelijke bronnen, gebaseerd op gedeelde huishoudgenen

2. Schattingen op basis van evolutionaire afstand

Voor de meeste organismen in de tabel — zoals de giraf, de kwal, de kegelslak, de eik of de yoghurtbacterie — bestaan geen exacte gepubliceerde vergelijkingen met het menselijk genoom. Voor die organismen zijn de percentages *geschat* op basis van:

De evolutionaire afstand tot de mens, uitgedrukt in miljoenen jaren sinds de gemeenschappelijke voorouder

De algemene regel dat DNA-overeenkomst afneemt naarmate de evolutionaire afstand groter is

De bekende indeling in diergroepen: gewervelden liggen hoger dan ongewervelden, zoogdieren hoger dan vissen, enzovoort

Dit zijn dus *beredeneerde schattingen*, geen exacte metingen.

3. De allelkolommen zijn grotendeels interpretaties

De scores van 1 tot 10 voor allelovereenskomst — zowel binnen soorten als tussen soorten en de mens — zijn geen directe citaten uit wetenschappelijke literatuur. Ze zijn gebaseerd op:

Bekende populatiegenetica van de betreffende soort

Algemene principes over genetische diversiteit

Mijn eigen redenering op basis van wat er over die soorten bekend is

Dit betekent dat deze scores indicatief zijn, niet precies meetbaar.

Wat betekent dit voor de betrouwbaarheid van de tabel?

De tabel is het meest betrouwbaar voor de meest bestudeerde organismen — mensapen, muis, varken, zebravis, fruitvliegje en bakkersgist. Voor de rest geldt: de *richting* klopt (een eik staat verder van de mens dan een gorilla), maar de *exacte getallen* zijn schattingen die in de wetenschappelijke literatuur niet altijd terug te vinden zijn.

Belangrijke kanttekeningen:

De gelijkenis met de mens hangt sterk af van *welke* genen je vergelijkt. Als je alleen de genen bekijkt die alle dieren delen — de zogenaamde "huishoudgenen" die basale celprocessen regelen — dan zijn de percentages hoger. Vergelijk je het hele genoom inclusief niet-coderende stukken, dan vallen de percentages lager uit.

Het bekende getal van ~98% voor varkens slaat vooral op eiwitcoderende genen, en verklaart waarom **varkens**organen interessant zijn voor medisch onderzoek. Het getal voor **katten** (~90%) is verrassend hoog voor veel mensen.

Voor rassen binnen dezelfde soort (zoals Watusi, Sanga en de gewone **koe**) zijn de genetische verschillen minimaal — ze zijn eigenlijk varianten van *Bos taurus* of kruisingen daarmee, dus de "gelijkenis binnen soort" is navenant hoog.

De **zeester** heeft een verrassend hoge DNA-overeenkomst met de mens (~70%) voor een dier dat er zo anders uitziet. De verklaring is dat stekelhuidigen (waar de zeester toe behoort) evolutionair gezien dicht bij de mens staan dan insecten — ze behoren tot de deuterostomen, dezelfde grote tak van het dierenrijk als gewervelden. Vandaar ook de lage morfologische score: genetisch minder ver weg dan een vlieg, maar uiterlijk totaal anders.

De **C. elegans rondworm** is misschien wel het best bestudeerde organisme ter wereld na het fruitvliegje. Het heeft precies 959 lichaamscellen, een volledig in kaart gebracht zenuwstelsel van 302 neuronen, en ongeveer 40% van zijn genen heeft een menselijk equivalent. Het is een onmisbaar modeldier voor onderzoek naar veroudering, celsterfte en ontwikkeling.

De **zeeanemoon** scoort verrassend hoog op DNA-overeenkomst (~65%). Recent onderzoek toonde aan dat zeeanemonen een opmerkelijk complex genoom hebben — complexer dan veel insecten — en dat ze genen bezitten die bij insecten verloren zijn gegaan maar bij mensen bewaard zijn gebleven. Ze zijn evolutionair een soort "levend fossiel" van het gemeenschappelijke dierenrijk.

De **spons** is het meest primitieve meercellige dier dat we kennen, zonder zenuwstelsel, spieren of organen. Toch deelt hij met de mens de basale genen voor celcommunicatie en celorganisatie — een aanwijzing dat deze genen meer dan 600 miljoen jaar oud zijn.

De **kwal** scoort laag op alle fronten — kwallen zijn een van de meest primitieve meercellige dieren, zonder hart, hersenen of bloed, en hun gemeenschappelijke voorouder met de mens leefde meer dan 600 miljoen jaar geleden.

Bakkersgist heeft een hoge onderlinge gelijkenis binnen de soort (~99,5%) maar een lage DNA-overeenkomst met de mens (~31%) — wat laat zien dat die twee kolommen heel verschillende dingen meten. Gist is genetisch zeer uniform als soort, maar staat ver van ons af op de evolutionaire boom.

De **waterbeer** (of tardigrade) verdient een bijzondere vermelding. Dit microscopisch kleine diertje is het meest robuuste bekende dier op aarde — het overleeft vacuüm,