

Ken Uzelf: de betekenis van genomics voor ons mensbeeld

De 20ste eeuw wordt wel de eeuw van het gen ('the century of the gene') genoemd.¹ Zij begon met de herontdekking van het werk van Gregor Mendel in de lente van 1900 en eindigde met een persconferentie (op 26 juni van het jaar 2000) waarbij president Bill Clinton samen met genomics-prominenten Francis Collins en Craig Venter bekend maakte dat het Human Genome Project zijn voltooiing naderde. Was de 20ste eeuw de eeuw van het gen, de 21ste eeuw zou de eeuw worden van het genoom. En dan is er nog een derde belangrijke mijlpaal die genoemd moet worden, halverwege de 20ste eeuw, 1953 om precies te zijn, namelijk de ontdekking van de structuur van DNA door James Watson en Francis Crick.

De kloosterling Gregor Mendel belichaamt de voor-geschiedenis van het verhaal. Zijn werk vormt als het ware de prelude. Over wat hem precies bewoog toen hij zijn experimenten ontwierp en uitvoerde weten we nog altijd opvallend weinig. Door gebrek aan documentatie blijft hij, ondanks al het biografische onderzoek dat inmiddels is verricht, een obscure gestalte. Over zijn mensbeeld, over de vraag hoe hij dacht over de relatie tussen erfelijkheid en gedrag bijvoorbeeld, weten we zo goed als niets. Hij sprak niet over genen, maar over dominante en recessieve 'factoren'. Na enkele ernstige tegenslagen als onderwijzer en praktiserend zielzorger mocht hij van zijn abt gaan studeren aan de Universiteit van Wenen, waar hij werd ingevoerd in de experimentele fysica en in de eigentijdse wetenschap. Die exacte, experimentele, kwantificerende benadering extrapoleerde hij naar de botanie. Dit leidde tot de

ontdekking van de befaamde getalsverhouding 1 : 3. Met deze getalsverhouding is iets bijzonders aan de hand. Het is een getalsverhouding met een geschiedenis. Zij vormde een van de basisingrediënten van de alchemie. Volgens alchemisten bestaat de werkelijkheid in de regel uit vier soorten entiteiten, maar één ervan is anders dan de andere drie. Zo zijn er bijvoorbeeld vier elementen: drie materiële elementen (aarde, water, lucht) en één immaterieel element (vuur of energie). Of om een heel ander voorbeeld te noemen: er zijn vier Evangelien, drie Synoptische en het Johannes-evangelie. En wie wel eens gitaar speelt weet dat de meest popsongs zijn opgebouwd uit vier akkoorden: drie majeurakkoorden (laten we zeggen C-groot, F-groot en G-groot) en een mineurakkoord (A-klein).

Deze getalsverhouding staat niet op zichzelf, maar houdt verband met een andere belangrijke overtuiging van de alchemie, namelijk dat veel entiteiten (stoffen, planten, mensen, teksten, etc.) hybride entiteiten zijn, dat wil zeggen: entiteiten die zijn opgebouwd uit twee dimensies: een dominante (bewuste) en een recessieve (onbewuste) dimensie. In het geval van de mens betreft het een ego en diens (onzichtbare, verdrongen) tegenhanger, het alter ego. Tijdens experimenten probeerden alchemisten deze twee dimensies of elementen van elkaar te scheiden, zodat een zuivere, stabiele entiteit zou resteren. Het toneelstuk *Faust* van Goethe en de roman *Dr. Jekyll and Mr. Hyde* van Stevenson bevatten tal van alchemistische reminiscenties en gaan in feite over een alter ego (Mephistopheles, Hyde) dat in de context van een gevaarlijk experiment een eigen leven gaat leiden. Daarbij wordt Mephistopheles met de duivel in ons, Hyde met de aap in ons vereenzelvigd.² Het recessieve maakt zich los, wordt zichtbaar.

Het onderzoek van Mendel staat bekend als 'hybridisering'. Stel dat je zuivere witte rozen en zuivere rode rozen met elkaar kruist. Het resultaat zijn hybride entiteiten, maar de recessieve eigenschap (laten we zeggen witheid) blijft in eerste instantie (in de eerste generatie) onzicht-

baar, totdat dit recessieve element in de context van een experiment (door onderlinge kruising) wordt losgemaakt. Dan verschijnt het recessieve weer, in de verhouding 1 : 3. Met andere woorden, één op de vier rozen is anders dan de andere.

Wat heeft dit alles met Mendel te maken? In zijn inmiddels klassieke artikel uit 1866, dat in vergetelheid raakte en in het voorjaar van 1900 herontdekt moest worden, noemt hij enkele voorgangers, maar de eerste naam die valt is die van Joseph Gottlieb Kölreuter (1733-1806), die net als Mendel met hybridisering experimenteerde. In een inleidende passage bij zijn onderzoeksverslag schrijft Kölreuter dat hij onderzoek verricht naar transmutatie, een alchemistische term, die door hem echter bewust wordt gebezigd. Wat alchemisten met metalen niet lukte, namelijk de transmutatie van de ene entiteit in de andere, zo betoogt hij, dat lukt met planten wel.³ Toen Mendels werk werd herontdekt, ontstond al spoedig de gedachte zijn wetten van de erfelijkheid toe te passen op de mens, in de vorm van eugenetica. Aanhangers van maakbaarheids-ideologieën wilden genetica als het ware inzetten om de Mephistopheles, de Mr. Hyde die schuil gaat in ons, die zich schuil houdt in onze *gene pool* als recessieve schaduwzijde van onze beschaving, weg te selecteren – genetische (elementaire) ‘zuivering’ als ultieme fase van het proces van zelfdomesticatie. Dit ‘faustiaanse’ scenario heeft inmiddels plaats gemaakt voor een meer liberale variant, maar de erfenis van Mendel is nog altijd niet helemaal verwerkt. Op het moment dat ik dit artikel schrijf woedt in dagbladen en in de Tweede Kamer een heftige discussie over embryoselectie in de context van IVF. Is het geoorloofd embryo’s die drager blijken te zijn van het borstkankergen niet te implanteren, als bewuste keuze?

Het binnendringen van fysische elementen (methoden, concepten, technieken, instrumenten, etc.) in de biologie heeft de ontwikkelingsgeschiedenis van deze wetenschap in de 20ste eeuw diepgaand bepaald. Een belangrijk mar-

keringspunt in dit opzicht was het boek *What is life?* dat de fysicus Erwin Schrödinger in 1944 publiceerde. Ook Francis Crick studeerde natuurkunde en ook hij was, evenals Mendel, een onderzoeker die natuurkundige inzichten in de biologie introduceerde. James Watson daarentegen was bioloog, maar diep onder de indruk geraakt van Schrödingers boek. Terwijl Mendel zoals gezegd een wat schimmige figuur bleef, heeft Watson de ontdekking van de structuur van DNA in een reeks autobiografische geschriften zeer gedetailleerd beschreven, met name in zijn bestseller *The double helix*. We zouden kunnen stellen dat Mendel op zoek was naar de elementen van het leven, de biologische 'atomen', in de vorm van genen, maar dat Watson en Crick vervolgens ontdekten dat deze atomen zelf weer bestaan uit nog kleinere elementaire deeltjes, zodat de gedachte ontstond dat genetica uiteindelijk tot moleculaire biologie gereduceerd zou kunnen worden. Ook Watson en Crick ontdekten overigens dat de werkelijkheid op het meest elementaire niveau begrepen kan worden in termen van vier 'elementen', in de vorm van vier basen: adenine (A), cytosine (C), guanine (G), en thymine (T). Deze basen vormen als het ware het elementaire alfabet van het leven.

Genomics, ten slotte, zouden we als een soort deeltjesversneller à la CERN kunnen beschouwen. Het is genetisch onderzoek op grote schaal, waarbij in korte tijd immense hoeveelheden bioinformatie worden gegenereerd en geanalyseerd. Met behulp van 'automated sequencing' wordt in hoog tempo het hele genoom van een organisme gelezen en alle genen op dat genoom in kaart gebracht. Deze sequencers staan model voor de introductie van krachtige, fysische apparaten in de biologie. De *whole genome shotgun* methode kan als de levenswetenschappelijke variant van de *elementary particle collider* van de hoge-energie fysica worden opgevat. Na de fysica is nu ook de biologie 'big science' geworden. En net als in de wetenschappelijke artikelen die door CERN-onderzoekers wor-

den geschreven het geval is, is er in publicaties over de sequentie van het menselijke genoom sprake van honderden 'auteurs'. Terwijl Mendels artikel een één-auteurs-publicatie was en het artikel van Watson en Crick door twee auteurs werd geschreven, telt de klassieke publicatie van het International Human Genome Sequencing Consortium (IHGSC) uit 2001 maar liefst 249 auteurs,⁴ terwijl het vrijwel tegelijkertijd gepubliceerde artikel van Venters team zelfs nog meer auteursnamen noemt, namelijk 285 – wat de vraag opwerpt wat de term 'auteur' in hedendaagse wetenschappelijke praktijken nog betekent. Ondanks deze anonimisering van de wetenschappelijke auteur had het onderzoek naar het menselijke genoom een gezicht, of beter gezegd twee gezichten, in de vorm van de managers van twee concurrerende programma's: Francis Collins en Craig Venter.

In eerste instantie (in 1990) werd James Watson benoemd tot directeur van het Human Genome project, maar al in 1993 werd hij opgevolgd door Francis Collins (natuurkundige van opleiding) die naam had gemaakt als 'gene hunter', - speurder naar genen die verantwoordelijk zijn voor aandoeningen zoals cystische fibrose, neurofibromatose en de ziekte van Huntington. Vanuit zijn hoofdkwartier, ondergebracht bij de machtige *National Institutes of Health* (NIH), probeerde hij de regie te voeren over een complex project waarbij een groot aantal onderzoeksgroepen was betrokken. Onder zijn leiding werd het humane genoom project na een reeks van complexe en enerverende verwickelingen tot een goed einde gebracht. Aan deze geschiedenis is inmiddels een indrukwekkende reeks vaak zeer gedetailleerde publicaties gewijd, waaronder de autobiografieën van Francis Collins en diens tegenspeler, diens alter ego Craig Venter.⁵ Laatstgenoemde was in eerste instantie als NIH onderzoeker bij het officiële, door Watson en Collins geleide programma betrokken, maar na een reeks frustrerende ervaringen besloot hij (in zijn vrije tijd een fervent zeiler) een geheel eigen koers te

gaan varen. In plaats van mee te dingen naar projectfinanciering door overheidsinstanties, en om te ontsnappen aan de bureaucratische processen die dat met zich meebrengt, besloot hij zijn eigen financiering te organiseren. Van meet af aan hechtte hij veel waarde aan 'automated sequencing' en zijn bedrijf Celera werd door de producent van 'automated sequencers' gefinancierd.

Vanaf het begin waren de verwachtingen omtrent het humane genoom project hoog gespannen. Immers, wij 'zijn' tot op zekere hoogte ons genoom. 'Ken Uzelf', zo luidde de befaamde maxime op de Apollotempel te Delphi. Toen het menselijke genoom in kaart was gebracht, leken we een belangrijke stap te hebben gezet op de weg naar de realisering van dit aloude streven. Het genoom werd vaak als onze 'blauwdruk' aangeduid. Tijdens de persconferentie van 26 juni 2000 werd echter nadrukkelijk afstand genomen van deze metafoor. Het menselijke genoom werd nu beschreven als een leeg, nog te bevolken landschap, terwijl het genoom project gepresenteerd werd als een expeditie en de uiteindelijke genoom-sequentie als een fysische landkaart, dat wil zeggen een kaart van een gebied dat nog nader geëxploreerd en geëxploiteerd moest worden. De landkaartmetafoor kreeg de voorkeur omdat deze metafoor minder deterministisch is dan de blauwdrukmetafoor. Het landschap scheidt wel condities voor gebruik en bewoning, maar niet in deterministische zin. Waar en hoe wij ons precies in dit landschap zullen vestigen, dat wil zeggen: hoe individuen zich op basis van hun genetische aanleg precies ontwikkelen, hoe ze de nieuwe inzichten en informatie aangaande hun genoom zullen gaan gebruiken ligt tot op zekere hoogte open. De wereld die wij creëren is, evenals onze eigen levensgeschiedenis, het resultaat van een complexe interactie tussen natuur en cultuur, landschap en techniek, genoom en samenleving, ook in de eeuw van het genoom.

Daarmee stelt zich de vraag naar de betekenis van het menselijk genoom project voor ons mensbeeld. In deze bij-

drage zal ik betogen dat het Human Genome Project ons zelfbeeld op drie manieren raakt: ontologisch, historisch en individueel.

HET ONTOLOGISCHE NIVEAU

In een befaamd artikel heeft Sigmund Freud de stelling verdedigd dat wetenschappelijke doorbraken in de regel gepaard gaan met narcistische krenkingen.⁶ Zij dwingen ons ertoe, ons vooringenomen zelfbeeld te herzien. Nadat Copernicus en Galileï ons de illusie hadden ontnomen dat wij een centrale positie innemen in het universum, ontdekte Darwin dat mensen (net als alle andere organismen) een momentopname zijn, het tijdelijke resultaat van een evolutieproces dat zich in de toekomst ongetwijfeld verder zal voortzetten. Wij zijn niet zo bijzonder en uniek als wij denken.

Een vergelijkbare narcistische krenking lag besloten in het onderzoek naar het menselijk genoom. Aanvankelijk was de verwachting dat het genoom van de mens ongeveer honderdduizend of zelfs tweehonderdduizend genen zou bevatten. Dat leek een redelijke schatting, gegeven het aantal genen dat werd aangetroffen op het genoom van enkele andere modelorganismen zoals de fruitvlieg (*Drosophila melanogaster*: veertienduizend genen), de laboratoriumworm (*Caenorhabditis elegans*: negentienduizend genen) en de zandraket (*Arabidopsis thaliana*: vijftienduizend genen). Het resultaat viel tegen. Het menselijke genoom bleek uiteindelijk slechts drieëntwintigduizend genen te bevatten. En toen vervolgens de genoomsequenties van andere zoogdieren zoals de laboratoriummuis en de chimpansee werden gepubliceerd, bleken de verschillen tussen hen en ons opmerkelijk klein te zijn. Kennelijk zijn we niet zo uitzonderlijk als we denken. Sinds Plato en Aristoteles beschouwen wij onszelf als een bijzondere ontologische categorie, een *animal rationale*. Door het genoom-onder-

zoek lijkt deze overtuiging in eerste instantie niet te worden bevestigd. Het lijkt een zelfoverschatting. En toch, hoe kan het genoom van een wezen dat zich weet te handhaven in een complexe technoculturele omgeving van eigen makelij slechts drieëntwintigduizend genen bevatten?

In verschillende richtingen is naar een antwoord op deze vraag gezocht. Francis Fukuyama veronderstelde bijvoorbeeld dat het in de toekomst mogelijk zal zijn een verzameling genen op ons genoom te identificeren die als typisch menselijk mogen gelden, – hij noemt dit de factor x –, genen die ten grondslag liggen aan menselijke intelligentie en creativiteit, aan onze waardigheid, ons ‘wezen’.⁷ In het reeds genoemde artikel van het internationale humane genoom consortium uit 2001 wordt een andere route gekozen: kennelijk is de relatie tussen genen en gedrag veel complexer dan we denken. Nader onderzoek is nodig. Auteurs zoals Peter Sloterdijk ten slotte benadrukken dat het menselijke genoom project het artificiële karakter van de mens benadrukt.⁸ Wij zijn in zekere zin self-made. De mens is slechts ten dele het resultaat van een biologische evolutie. Mensheid is geen soort, geen biologische categorie. Genetisch gezien zijn wij de afgelopen honderdduizend jaar niet erg veranderd. En toch hebben we een enorme ontwikkeling doorgemaakt, in cognitief, emotioneel en motorisch opzicht. In het proces van antropogenese (menswording) hebben wij zelf (via de ontwikkeling van een serie antropotechnieken) een sturende rol gespeeld. In de context van de neolithische revolutie bijvoorbeeld hebben we niet alleen planten en dieren genetisch veranderd, maar ook onszelf gedomesticeerd. Andere technieken, zoals rekenen en schrijven, hebben een enorme impact gehad op onze cognitieve vaardigheden. Intelligentie is maar ten dele een neurologisch fenomeen. Het is ook het resultaat van een omgeving die intelligent gedrag faciliteert, en die omgeving noemen wij cultuur. De mens zoals wij hem kennen is het product van een lange techno-culturele evolutie. Veranderlijkheid is ons

‘wezen’. De ontologische breuk tussen mens en dier is door ons eigen toedoen ontstaan.

HET HISTORISCHE NIVEAU

Dit verdiept onze interesse in de geschiedenis van de mens, en dan vooral in de rol die sociale technieken en biotechnieken in het proces van menswording hebben gespeeld. Zo analyseert Peter Sloterdijk in *Regels voor het mensenpark* de rol van alfabetisering als beschavingstechniek, als antropotechniek. Genomics onderzoek werpt echter een nieuw licht op de vroege geschiedenis van de mens, vanaf het ontstaan van *Homo sapiens* in Oost-Afrika en de wereldwijde verbreiding van de mens tot en met de neolithische revolutie (die erin bestond dat wij via domesticatie van dieren en veredeling van gewassen ons eigen voedsel gingen produceren). In ons genoom treffen we de voetsporen van onze herkomst aan. Met behulp van bepaalde genen in het genoom van hedendaagse populaties worden prehistorische migratieroutes in kaart gebracht.⁹ Oudere inzichten die zich op taalkundig of volkenkundig onderzoek baseerden, worden verfijnd of gecorrigeerd met behulp van genomics-onderzoek.

Het betreft overigens niet alleen de geschiedenis van de mens. Ook het genoom van landbouwdieren en landbouwgewassen zoals koeien, varkens en rijst leveren nieuwe inzichten op. Het Bijbelboek *Genesis* vertelt hoe Noach een Ark bouwde om de Zondvloed te overleven. De Ark bood niet alleen onderdak aan de aartsvader en zijn clan, maar ook aan een aantal zorgvuldig geselecteerde dieren. De Ark was een beschermend omhulsel in een mensonvriendelijke omgeving. De achterblijvers waren ten dode opgeschreven. De Zondvloed was een klimatologische ramp, resulterend in massa-extinctie. De aarde werd door de bewoners van de Ark in snel tempo opnieuw bevolkt, – een ware bevolkingsexplosie, ‘Vermenigvuldigt U!’

De Zondvloed representeert een klimatologische catastrofe die de overgang markeerde naar het Holoceen. Door temperatuurstijging smolt het ijs en steeg het water, met alle dramatische gevolgen van dien. De klimatologische instabiliteit had grote gevolgen voor flora en fauna, met name in de Noordelijke streken van het Noordelijk halfrond (Noord-Amerika, Noord-Europa, Noord-Azië). Overlevingskansen voor zoogdieren kwamen onder druk te staan. Tegen het einde van het Pleistoceen stierven veel grote zoogdieren uit, dieren die tot op dat moment het aanzien van het landschap hadden bepaald, denk aan de mammoeten, aan de voorouders van paarden, koeien, ezels en kamelen en, niet te vergeten, aan de Neanderthalers (waarvan de laatste ‘exemplaren’ twintigduizend jaar geleden in Zuid-Spanje werden ‘gesignaleerd’).

Homo sapiens wist stand te houden en zichzelf in veiligheid te brengen. De kolonisering van de aarde kwam pas echt op gang toen onze voorouders ertoe overgingen hun leefwijze dramatisch te veranderen. Zij besloten hun heil te zoeken in een kunstmatige wereld, een agrarische Ark. In plaats van zichzelf nog langer bloot te stellen aan het wisselvallige natuurlijke landschap en het al even wisselvallige natuurlijke klimaat, besloot de mensheid een kunstmatige omgeving, een ecologisch reservaat voor zichzelf te creëren, in de vorm van akkers en weiden waarop gedomesticeerde dieren graasden en veredelde gewassen konden worden verbouwd. Deze dorpsgemeenschappen vormden letterlijk een ecologische Ark op het droge. Terwijl de wilde voorouders van boerderijdieren uitstierven, werden hun nakomelingen door domesticatie van de ondergang gered. En terwijl jagers en verzamelaars marginaliseerden, namen landbouwers en veehouders bezit van de aarde. Op hun beurt hebben deze planten en dieren de mens voor de ondergang behoed. Er ontstonden samenwerkingsverbanden tussen mensen, dieren en planten, tot wederzijds voordeel, biologisch beschouwd althans (in termen van overlevingskans). Ook de hond, die de jagende

mens al als jachthond en sledehond diende, vond onderdak in de neolithische *animal farm*. Dankzij genomics is archeologie ‘bioarcheologie’ geworden.¹⁰

Dit is niet alleen voor ons historisch inzicht van belang, maar heeft ook een zekere relevantie voor het maatschappelijk welzijn. Dankzij genomics beginnen we ons steeds duidelijker te realiseren dat er een spanning bestaat tussen ons genoom en ons leefpatroon. Ons genoom bereidt ons voor op leven en overleven in de Oost-Afrikaanse savanne, als duurlopers die veel bewegen en in hun lichaam de nodige reserves kunnen opbouwen. De afgelopen tienduizend jaar is onze omgeving echter sterk veranderd, door ons eigen toedoen zoals gezegd. Wij zijn ons eigen voedsel gaan verbouwen. In een moderne omgeving, waarin machines het werk doen en wij ons met behulp van liften, roltrappen, auto’s en vliegtuigen voortbewegen, en waarin voedsel in overvloed aanwezig is, begint zwaarlijvigheid een epidemisch volksgezondheidsrisico te vormen. Bovendien is ons dieet tamelijk eenzijdig geworden. We consumeren bijvoorbeeld steeds meer gluten, een ingrediënt dat voor veel consumenten op grond van hun genetische aanleg moeilijk te verteren is. Volgens nutrigenomics-experts zouden chronische vermoeidheid en andere ‘vage’ klachten in veel gevallen verband kunnen houden met de spanning tussen ons paleolitische genoom en onze neolithische en post-neolithische voeding. In de toekomst zal ons voedsel waarschijnlijk aanzienlijk ‘paleolitischer’ worden.

HET INDIVIDUELE NIVEAU

Het is de verwachting dat binnen een jaar of tien burgers voor een bedrag van duizend euro of daaromtrent de sequentie van hun individuele genoom kunnen laten bepalen. Voor wie zich een beeld wil vormen van de gevolgen daarvan voor ons zelfbeeld, is de zojuist al genoemde autobiografie van Craig Venter, *A life decoded* uit 2007, een

interessant document. James Watson en Craig Venter behoorden tot de eerste mensen die inzage hadden in hun persoonlijke genoom. In zijn biografie vertelt Venter het min of meer geijkte verhaal van een rusteloze jongeman die op grond van traumatische ervaringen als arts in Vietnam besloot het beloofde land van de wetenschap binnen te trekken waar hij, dankzij zijn tomeloze inzet en visionaire inzichten, ondanks geduchte weerstand en kwaadaardige tegenwerking, opmerkelijke successen wist te behalen. Dit verhaal wordt echter zo nu en dan onderbroken door korte teksten over genen die hij aantrof op zijn genoom en die in verband worden gebracht met bepaalde persoonlijkheidskenmerken of gezondheidsrisico's, zoals genen voor ADHD, risicozoekend gedrag, stressbestendigheid en darmkanker. Dankzij zijn weergalozige stressbestendigheid kon hij het zich veroorloven de grote risico's te accepteren die hem in staat stelden beslissende doorbraken te forceren, maar uiteindelijk moest hij dit gedragspatroon met een ernstige darmziekte bekopen. Min of meer op hetzelfde moment verscheen de roman *Next* van de best-seller auteur Michael Crichton.¹¹ De roman beschrijft de impact van de aanwezigheid van bepaalde genen – het *maturity* gen, het *novelty-seeking* gen, het *thrill-seeking* gen, het *sociality* gen, het *infidelity* gen, et cetera – op het zelfbeeld van individuen. Er ontstaan nieuwe categorieën, nieuwe typologieën, nieuwe identiteiten, en nieuwe opvattingen over toerekeningsvatbaarheid en verantwoordelijkheid. Het is geen toeval dat de publicatie van beide boeken samenvalt met de opkomst van gedrags-genomics ('behavioural genomics') als onderzoeksgebied.

GENOMICS EN MENSBEELD

Francis Fukuyama en anderen hebben betoogd dat genomics tot *human enhancement* zou kunnen leiden: het streven onszelf te verbeteren door het toevoegen of uit-

schakelen, het activeren of de-activeren van genen. Dergelijke toekomstscenario's onderschatten in de regel de complexiteit van de relatie tussen genen en gedrag. Wat ik veel waarschijnlijker acht, is dat genomics de mens zal veranderen via de route van het inzicht, het zelfbeeld. In de toekomst zullen we onze voedingsgewoonten, onze ambities en onze beroepskeuzen wellicht gaan afstemmen op indicatoren die ons iets vertellen over ons genetische profiel, variërend van glutentolerantie tot en met stressbestendigheid. Waarschijnlijker dan genetisch gemodificeerde superatleten acht ik topsporters die dieet en trainingsprogramma's gaan afstemmen op genoominformatie. Daarnaast is sprake van culturele relevantie: de betekenis van genomics voor ons mensbeeld in generieke zin. Ooit beeldden wij ons in dat we van nature een separate ontologische categorie zouden vormen, dat ons denken, onze intelligentie een natuurlijk gegeven zou zijn. Genomics leert ons echter dat we niet van nature een kunstwerk zijn, maar dat we onszelf beschaafden. Naarmate de eisen die onze technoculturele omgeving aan onze cognitieve, emotionele en motorische vaardigheden stelt toenemen, zullen algemene beschavingsoffensieven niet meer volstaan. We zullen onze zelfarbeid in hoge mate moeten gaan individualiseren, dat wil zeggen afstemmen op de sterke en zwakke kanten van ons genoom. Om aan onszelf te blijven werken, moeten we onszelf nog beter leren kennen. Genomics vormt in dat opzicht een belangrijke bron van informatie. Juist omdat we onszelf min of meer geschapen hebben, hoeven we niet met onszelf tevreden te zijn.

Dit heeft ook gevolgen voor de religieuze dimensie. God heeft in ons genoom geen vingerafdrukken achtergelaten. Het religieuze moment presenteert zich veeleer in de vorm van de ethiek, de oproep onze talenten te blijven ontwikkelen. Dieren zijn zelfgenoegzaam, mensen chronisch ontevreden met zichzelf. Het genoomonderzoek zal nieuwe aanwijzingen en aangrijpingspunten bieden voor intensivering van de zelfarbeid, als individuele bijdrage aan

het historische proces van antropogenese. De schepping van de mens is een langdurige geschiedenis die nog altijd gaande is.

NOTEN

- 1 E. Fox Keller, *The Century of the Gene*, Cambridge, Harvard University Press, 2000.
- 2 “God bless me, the man seems hardly human! Something troglodytic, shall we say”, in: R. L. Stevenson, *Dr. Jekyll and Mr. Hyde*, New York, Bantham Books, 1886/1981, p. 18.
- 3 “Ich glaube durch [die Verwandlung einer Pflanze in die andere] eben so viel geleistet zu haben, als wenn ich Bley in Gold, oder Gold in Bley verwandelt hätte. Man hat die Verwandlung der Metalle von uralten Zeiten her für möglich gehalten; es ist aber noch niemand eingefallen, dass es möglich wäre, eine Pflanze in die andere, oder ein Tier in das andere zu verwandeln. Vielleicht erweckt es bey einigen meiner Leser ein Vergnügen, wenn ich ihnen zeige, dass die Theorie der Alchymisten von dem Wachstum und der Veredlung der Metalle mit derjenigen, die ich von der ... Verwandlung einer Pflanze in die andere gegeben, sehr viel übereinkommt” (Kölreuter 1764, p. 88).
- 4 International Human Genome Sequencing Consortium (IHGSC), ‘Initial sequencing and analysis of the human genome’, in: *Nature*, 2001, 405, p. 860-921.
- 5 F. Collins, *The language of God. A scientist presents evidence for belief*, New York, Free Press (Simon & Schuster), 2006; J. C. Venter, *A life decoded. My genome: my life*, New York, Viking Penguin, 2007.
- 6 S. Freud, ‘Eine Schwierigkeit der Psychoanalyse’, in: *Gesammelte Werke x 11*, London, Imago, 1917/1947, p. 3-12.
- 7 F. Fukuyama, *Our posthuman future. Consequences of the biotechnology revolution*, New York, Farrar, Straus and Giroux, 2002.

- 8 P. Sloterdijk, *Nicht gerettet. Versuche nach Heidegger*, Frankfurt, Suhrkamp, 2001.
- 9 L. L. Cavalli-Sforza & F. Cavalli-Sforza, *The great human diasporas. The history and diversity of evolution*, New York, Basic Books, 1995.
- 10 M. Jones, *The molecule hunt. Archaeology and the search for ancient DNA*, Allen Lane, 2001.
- 11 M. Crichton, *Next*, New York, Harper Collins, 2006.