

Hoe worden wij bepaald?

Een heel korte inleiding over erfelijkheid

Arko Oderwald

Dat zoiets bestaat als het overdragen van eigenschappen van ouders naar kinderen weten we allang. Bijvoorbeeld: kinderen lijken op ouders. Niet altijd, maar toch, het viel ook de oude Grieken op. Dat roept speculaties op hoe dat in zijn werk gaat. Aristoteles merkte op dat kinderen soms ook op de moeder lijken, dus het is een samenwerking. Voor Aristoteles levert de man de beweging en de vrouw de materie. De vorm levert informatie en de informatie levert weer de vorm: een cirkel. Was er een code waarin de informatie werd overgedragen? Nee, er zat al een kant-en-klaar mensje in het zaad, zo dacht men.

Deze preformatiegedachte bleef bestaan tot diep in de negentiende eeuw. Teruggeredeneerd komen we met deze gedachte uit bij Adam, en daarom werd deze gedachte ook ondersteund door de christelijke kerk(en).



Preformatie. Bron: Dominique Adriaans. Evolutie. Verleden en toekomst van Darwins geniale inzicht. Academia oress, 2020.

De onveranderlijkheid die in de preformatiegedachte is besloten begon te wankelen door onder andere Darwin en Mendel. Tot in de negentiende eeuw mocht de wetenschap de natuur wel classificeren, maar de vraag hoe die was ontstaan bleef taboe. Darwin en Mendel stelden die vraag wel. Darwin op macroscopisch, Mendel op microscopisch niveau. Voor Darwin was er al Lamarck, die stelde dat de omgeving veranderingen stuurt, die weer worden doorgegeven. De antilope die niet bij de hoger hangende blaadjes kan, ontwikkelt een lange nek en wordt giraffe. Darwin corrigeerde dat met het idee dat mutaties toeval zijn en het succes daarvan wordt bepaald door de omgeving. Maar het was Mendel die met zijn jarenlang durende en zeer zorgvuldig opgezette experimenten het genetisch onderzoek echt startte, ook al werden zijn bevindingen pas veertig jaar later, zo rond 1900, ten volle gewaardeerd.

Deze zoektocht naar overerving gaat hand in hand met de opkomst van de eugenetica, het genetisch verbeteren van veel, maar in het bijzonder de mens. De term werd, evenals *nature-nurture*, gemunt door Francis Galton rond 1870. In 1904 is de eerste bijeenkomst van de eugenetische beweging. Om die verbetering tot stand te brengen zijn er twee mogelijkheden: de sterken sterker of de zwakken zwakker maken. In de praktijk komt dat neer op het aantal sterken groter maken en het aantal zwakken kleiner. Dat laatste gebeurde vooral door gedwongen geboortebeperking van (vermeende) sociaal zwakkeren of, zoals in Nazi-Duitsland, de uitroeiing van sociaal zwakkeren, zoals chronisch zieken, psychiatrische patiënten en gehandicapten. Wat wel eens wordt vergeten is dat gedwongen sterilisatie al in de jaren twintig van de twintigste eeuw tot in de jaren vijftig gemeengoed was in de Verenigde Staten, maar ook in Engeland en Zweden.



Healthy-seed-poster 1930. bron: www.truthdig.com

Ondertussen ging het genetische onderzoek door. In 1905 werden de chromosomen aangewezen als dragers van het genetisch materiaal. Het woord gen als de informatiedrager werd in 1909 voor het eerst gebruikt. In 1911 werd de eerste chromosomenkaart getekend. Het onderzoek bij fruitvliegjes in de jaren twintig en dertig leverde veel inzicht op in de structuur van het chromosoom. Sommige erfelijke eigenschappen bleken aan elkaar gekoppeld te zijn. Er kwam ook meer inzicht in de invloed van de omgeving; de termen genotype (wat ligt er op het chromosoom) en fenotype (hoe het chromosoom samenwerkt met de omgeving) werden gemunt in 1943. Genen blijken een chemische basis te hebben, en zijn dus manipuleerbaar, hetgeen menig onderzoeker deed watertanden. Men denkt dat DNA een geschikte kandidaat is voor die chemische samenstelling, maar hoe kan iets dat zo complex is in functie zo eenvoudig in structuur zijn? Maar in 1944 is het onweerlegbaar dat de vier basen van het DNA de genetische code dragen. Het duurde nog tot 1953 voordat Maurice Wilkins, Rosalind Franklin, James Watson en Francis Crick het dubbele-

helixmodel bedachten.

Sindsdien lijkt het of het onderzoek steeds sneller verloopt. Veel tijd werd gestoken in het in kaart brengen van het DNA. Dat onderzoek werd in 2000 afgerond. Ondertussen werden de eerste stappen gezet op het gebied van klonen en werd genetische manipulatie steeds gesofisticeerder. Dat laatste bracht wel vragen met zich mee over de veiligheid van genetische manipulatie. Veel fictie, vooral films, over gemanipuleerde organismen was daarvan het gevolg. Het knippen en plakken van genetisch materiaal werd rond 2010 nog verder verfijnd door de CRISPR/CAS-9 techniek, waarvan veel verwacht wordt voor de toekomst.

Wat heeft ons dat allemaal gebracht? We weten nu dat ons DNA bestaat uit 3.088.286.401 letters. Uitgegeven als boek zouden dat 1 ½ miljoen pagina's zijn. Dat DNA is inventief, het mengt en combineert, en het is dynamisch, het past zich aan. Dat laatste is onder andere bekend geworden als epigenetica. Daarmee wordt uitdrukking gegeven aan het feit dat gedurende iemands leven het genetisch materiaal verandert.



Reconstructed 1953 model with original plates. Bron: www.thehistoryblog.com

Dit leidde ertoe dat er in Rusland in 2015 een revival was van de Lysenkotheorie, die luidde dat het genetisch materiaal door de omgeving gedwongen kan worden zich aan te passen. Deze theorie leidde in de Sovjet-Unie tussen 1940 en 1965 tot vruchteloze experimenten om het erfelijk materiaal te dwingen anders te worden. Ook dit leidde tot een vorm van eugenetica, omdat men zo ook mensen probeerde genetisch aan te passen. Of de bevindingen van de epigenetica consistent zijn met de Lysenkotheorie kan met recht betwijfeld worden. Epigenetica lijkt vooral te gaan over die delen van het gen die andere delen aan of uit kunnen zetten, en dat “controle”-deel van het gen wordt door de omgeving beïnvloed.

Wat ook interessant is, is dat het genetische onderzoek heeft uitgewezen dat genen maar twee procent van het erfelijk materiaal beslaan. De rest is ‘tussenstof’, stof tussen of in de genen. Wat de rol is van die tussenstof is nog niet duidelijk. Verder is genetische diversiteit de regel en zelfs noodzakelijk voor het voortbestaan. En, ook opmerkelijk, 85 procent van die genetische diversiteit is binnen rassen, de rest tussen rassen.

En tenslotte: de meeste genen zijn geen blauwdrukken, maar recepten. Zoals arts en schrijver Siddharta Mukherjee stelt: “Genen moeten geprogrammeerde reacties op omgevingen uitvoeren – anders zou er geen geconserveerde vorm zijn. Maar ze moeten ook genoeg ruimte overlaten zodat de grillen van het toeval kunnen blijven hangen. Dit snijvlak noemen we ‘lot’. Onze reacties daarop noemen we ‘keuze’.”

Er blijft dus nog genoeg te doorgronden. Kort samengevat: We begrijpen de genetische code (de genenkaart) maar nog niet de genomische code, dus hoe al die verschillende onderdelen samenwerken. Of, anders geformuleerd: we begrijpen de anatomie, maar nog niet de fysiologie.

Wat van dit alles komt nu in romans of films terecht? Uiteraard datgene wat een directe invloed kan uitoefenen op de sociale cohesie en individuele levens. Je kunt vier velden onderscheiden die onderlinge verbindingen hebben.

Ten eerste de gedachte dat de individuele mens bepaald is door en gebonden is aan zijn afkomst, én, dat is belangrijk, dat dit de wil van individuen overheerst. Dit idee speelde vooral

in de tweede helft van de negentiende eeuw en heeft ook een literaire stroming opgeleverd: het naturalisme. Emile Zola, Louis Couperus en Marcellus Emants zijn auteurs die sterk met deze stroming verbonden zijn. Dit idee zal ook in de twintigste eeuw blijven voortbestaan als onderwerp voor romans en keert in alle hevigheid weer terug met de eerste successen van klonen.

Ten tweede een soortgelijke deterministische gedachte, maar dan op het niveau van ras. Literair minder populair dan genetische determinatie op individueel niveau, maar door de Tweede Wereldoorlog is dit onderwerp, als een vorm van eugenetica, toch veel besproken.

Ten derde, en in zekere zin tegengesteld aan het onderworpen zijn, is de mogelijkheid om in te grijpen in het erfelijk materiaal. Dan spreken we over genetische manipulatie, aan het eind van de twintigste eeuw een rijke bron om uit te putten, zowel in romans als in films. Dit veld is interessant, omdat hier de macht om de natuur naar onze hand te zetten naadloos wordt gekoppeld aan het idee dat de natuur alles bepalend is.

En ten vierde, verbonden met de voorgaande drie, de vraag welke invloed op het menselijk bestaan nu precies is toe te schrijven aan nature, ons genetisch materiaal, en welke aan de opvoeding en omgeving, de *nurture*, waaraan gekoppeld natuurlijk ook hoe daar mee om te gaan.

Wie in meer detail wil weten welke romans en films allemaal met erfelijkheid zijn verbonden kan de database van *Literatuur & Geneeskunde* raadplegen met een aantal trefwoorden, zoals erfelijkheid, genetische manipulatie, klonen, genetica, genetische ziekte en specifieke genetische ziekten, bijvoorbeeld de ziekte van Huntington.

In dit nummer van het *Nederlands Tijdschrift voor Literatuur en Geneeskunde* hebben wij de volgende keuze gemaakt in onze bespreking van het onderwerp erfelijkheid.

Henriëtte van der Horst en Arko Oderwald schrijven over het naturalisme en in het bijzonder over *Thérèse Raquin* van Emile Zola. Trudie Gerrits schrijft over twee films waarin sprake is van verwisselde baby's, en bespreekt zo het onderwerp *nature* versus *nurture*. Erik Fokke schrijft over eugenetica in Nazi-Duitsland, in het bijzonder in een roman van Barbara Zoeke. Tenslotte schrijft Arko Oderwald over klonen in twee romans, *De Jongens uit Brazilië* van Ira Levin

en *Laat me niet alleen* van Kazuo Ishiguro. Dit nummer wordt besloten met een kort fragment van de arts-schrijver Michael Crichton en een gedicht van Anne Vegter, besproken door Coes Delprat.

Literatuur

Siddhartha Mukherjee. Het gen. Amsterdam: De Bezige Bij, 2021.