

De maatschappelijke implicaties van het DNA-onderzoek

Genetisch onderzoek vormt een uitdaging voor de samenleving

De Academische Boekengids 51, juli 2005, pp. 17-19.

De ontrafeling van het menselijk genoom mobiliseerde politieke en economische krachten. Nu de DNA-structuur ontcijferd is en genetische testen steeds algemener worden, dreigt commercialisering soms de overhand te krijgen en bestaat er nog weinig zicht op de concrete maatschappelijke aspecten van genetische screening.

De ontrafeling van het menselijk genoom aan het begin van deze eeuw markeert zonder twijfel een hoogtepunt in de geschiedenis van de moderne genetica. Die ving meer dan een eeuw geleden aan met de experimenten van Gregor Mendel. Deze Oostenrijkse augustijner monnik voerde in de tweede helft van de negentiende eeuw kruisingsexperimenten uit met erwten en ontdekte de wetmatigheden die we nu als de mendelse genetica kennen. Hij had een zeer gelukkige hand in de keuze van kenmerken als zaadkleur en zaadvorm. Deze erven bij de erwt niet alleen onafhankelijk over (want de genen liggen op verschillende chromosomen), ze zijn ook monogenetisch van aard. Dat wil zeggen: slechts één gen is verantwoordelijk voor de desbetreffende eigenschap. Bij multigenetische en niet-onafhankelijk overervende kenmerken ontstaan complexe afstammingspatronen waarvan de wetmatigheden niet gemakkelijk te herkennen zouden zijn geweest. Het werk van Mendel bleef echter lange tijd onopgemerkt. Aan het begin van de vorige eeuw werd het door onder andere onze landgenoot Hugo de Vries ontdekt en bevestigd. In deze periode leidde het werk van onder andere Walter Sutton tot de ontdekking dat chromosomen de dragers zijn van erfelijke informatie.

Lange tijd bleef het onderzoek naar het mechanisme van de erfelijkheid gericht op chromosomale eiwitten. Men beschouwde het nucleïnezuur, dat Friedrich Miescher al in 1869 ontdekte, als een hinderlijke stof in de analyse. Pas in 1944 kwam vast te staan dat deze stof, inmiddels deoxyribonucleic acid (DNA) geheten, de erfelijke informatie met zich meedraagt. Bijna tien jaar later, in 1953, ontdekten James Watson en Francis Crick, mede op basis van het werk van Rosalind Franklin, de moleculaire structuur van het DNA. De erfelijke code bestaat uit een opeenvolging van vier basen die in paren de sporten vormen van een enorm lange moleculaire wenteltrap. In de daaropvolgende decennia werden de mechanismen van DNA-replicatie en eiwitsynthese verder in kaart gebracht. Een gen kreeg de betekenis van een DNA-fragment dat codeert voor de aminozuurvolgorde in een eiwit. Vanaf de jaren zeventig is men in staat om DNA doelgericht te modifieren met de recombinant DNA-technologie. Dan worden ook de eerste transgene organismen gemaakt. Verdere ontwikkelingen in de DNA-technologie leiden uiteindelijk tot de ontcijfering van het menselijk genoom.

Wiel Hoekstra, directeur Levenswetenschappen bij de KNAW, beschrijft in *De Blauwdruk. Feiten en ficties over DNA* de achtergronden en geschiedenis van de moleculaire genetica. Het boek beoogt de huidige stand van zaken in de genetica in vogelvlucht weer te geven. Hoekstra is een verteller. Hij kan biologische en technische aspecten van de moderne genetica in begrijpelijke taal omzetten. Zo gebruikt hij de metafoer van een zoektocht naar één individu in de totale randstedelijke bevolking van drie miljoen mensen om duidelijk te maken hoe moeilijk het is een gen in het menselijk genoom te identificeren. Hij besteedt ruime aandacht aan de maatschappelijke aspecten en aan het misbruik van de genetica, zoals de eugenetica en de gruwelen van Hitler Duitsland. En passant beschrijft hij de rel rond de Leidse psycholoog Wouter Buikhuizen, die in de jaren zeventig de genetica van crimineel gedrag wilde onderzoeken en vervolgens door de media en door universitaire collega's werd beschuldigd van nazi-praktijken, waarop hij zich teleurgesteld uit de wetenschap terugtrok.

Hoekstra waarschuwt voor te grote verwachtingen van de DNA-technologie op korte termijn en hekelt al te optimistische media-uitspraken van onderzoekers over de mogelijkheden van bijvoorbeeld genterapie. Hij kent de problemen die aan de toepassingen van de nieuwe inzichten kleven, maant tot voorzichtigheid en accepteert dat we soms even moeten stoppen met verdere technologieontwikkeling. Zijn grootste zorg is de opkomst van commerciële instellingen die mogelijk prenatale DNA-diagnostiek zullen gaan aanbieden met onvoldoende voor- en nazorg aan betrokkenen.

Hoekstra hanteert een vlotte en anekdotische stijl. Dat maakt het boek geschikt voor lezers die een overzicht van de stand van zaken willen. Voor wie zicht wil krijgen op de maatschappelijke context waarin de ontdekking van het menselijk genoom plaatsvond, is *The Common Thread. Science, Politics, Ethics and the Human Genome* van John Sulston en Georgina Ferry het aangewezen boek. Daarin beschrijft Sulston zijn ervaringen rond het Human Genome Project (HGP): het met publieke gelden gefinancierde internationale consortium dat in 1990 startte met het in kaart brengen van het menselijk genoom. Sulston was jarenlang directeur van het Sanger Centre (nu The Wellcome Trust Sanger Institute) in Hinxton, Engeland, dat deelnam aan het HGP. In 2002 kregen hij, Sydney Brenner en Bob Horvitz de Nobelprijs voor het werk aan het aaltje *Caenorhabditis elegans* (*C. elegans*), dat een belangrijke rol speelde in dit project.

'GENEN MOGEN VOLGENS DE AUTEURS NIET GEPATENTEERD WORDEN: HET ZIJN ONTDEKKINGEN EN GEEN UITVINDINGEN. ZE ZIJN LETTERLIJK HET EFGOED VAN DE MENSHEID. KENNIS HIEROVER BEHOORT EENIEDER TOE.'

Al in de jaren tachtig speculeerde men over het sequencen, het volledig in kaart brengen van de basenvolgorde van het genoom van hogere organismen, waaronder de mens. Maar dat leek toen nog zeer onrealistisch. Het grootste genoom dat in die jaren in kaart was gebracht, was dat van het cytomegalovirus, met ongeveer 240.000 basenparen. Hieraan was vijf jaar gewerkt. Het genoom van *C. elegans* bestaat uit circa honderd miljoen basenparen, dat van de mens zelfs uit drie miljard. Voorstanders van het sequencen stelden echter dat als er zeventig miljoen dollar kon worden vrijgemaakt voor een sterrenwacht op Hawaï, iets dergelijks ook mogelijk moest zijn in de moleculaire biologie. Het nut van het project ontging echter velen. Het menselijk genoom bestaat voor circa 98 procent uit zogenaamd junk-DNA, dat niet codeert voor eiwitten. Waarom zou men zich niet beperken tot het DNA van alleen de interessante genen? De financiering van een volledige sequentie, destijds op circa één dollar per basenpaar geschat, zou ten koste gaan van talloze andere biologische projecten.

Het idee kreeg momentum door de belangstelling van het Amerikaanse Congres. Leidende wetenschappelijke instellingen als het National Institute of Health (NIH) gingen er vervolgens ook achter staan en in 1990 ging het Human Genome Project van start als een internationaal consortium, onder leiding van oudgediende Jim (James) Watson. De doelstelling was om in 2005 het menselijk genoom te hebben gesequencet. Naast het Sanger Centre waren enkele Europese instituten, enkele Amerikaanse (met name het lab van Bob Waterston van de Washington University in St. Louis) en een Japans instituut bij het consortium betrokken. In het begin werkte men in kleinere projecten aan andere organismen - waaronder *C. elegans* - om de technologie verder te ontwikkelen en gaandeweg de kosten per basenpaar te reduceren. De participerende instituten namen elk een deel van het humane genoom voor hun rekening (het Sanger Centre en St. Louis elk een derde). Via een openbare database waren de resultaten voortdurend voor iedereen toegankelijk.

Maar al gauw bleken aan het project grote financiële belangen te kleven. Vanuit de top van het NIH ontstond zware druk op het consortium om patenten te claimen op karakteristieke genfragmenten (EST's). Watson protesteerde en trok zich terug uit het project, maar bleef actief op de achtergrond. Toen Bill Clinton in 1992 president werd en de administratieve top van het NIH verving, was de patentenkwestie weer van de baan. De dreiging van een mogelijke patentering werd verder geneutraliseerd door de totstandkoming van de zogenaamde Bermuda-principes: in 1996 garandeerden alle spelers in het veld de vrije beschikbaarheid van gevonden gensequenties.

In de jaren negentig groeide het Human Genome Project uit tot een megaoperatie. Met de inzet van steeds geavanceerdere sequencers zakte de prijs per basenpaar tot circa twintig dollarcent. Maar die dalende kostprijs vormde tegelijk een bedreiging. Voor bedrijven werd het nu aantrekkelijk een soortgelijke onderneming te starten en de DNA-sequenties te gaan patenteren. Dit bracht de onderzoekers ertoe meer haast te gaan maken. Zij trachtten zo veel mogelijk sequenties in de openbare database te krijgen, om daarmee patentering te voorkomen. Maar in 1998 gebeurde toch datgene waar men al jaren beducht voor was. Een commerciële sequencer verscheen ten tonele, Craig Venter van Celera. Saillant detail: de financier achter Celera was Perkin Elmer, de fabrikant van de sequencers waarvan het HGP grootafnemer was. Venter claimde met zijn zogenaamde *shot-gun* methode in een jaar tijd het menselijk genoom te kunnen kraken. Volgens velen zou dat wel een minder accurate sequentie opleveren.

Venter had het grote voordeel dat hij gebruik kon maken van de publieke database van het consortium, zonder dat hij zijn eigen informatie beschikbaar hoefde te stellen. Hij bracht bovendien een geoliede pr-machine op gang en wist bij het Amerikaanse Congres en in de media voortdurend de suggestie te wekken dat zijn aanpak goedkoper, beter en verder ontwikkeld was. Het consortium vreesde dat deze interventie de publieke financiering in gevaar zou brengen. Het door Republikeinen gedomineerde Congres had ook toen een afkeer van staatssteun, zeker als het onderzoek ook commercieel kon plaatsvinden. Het consortium versnelde zijn werkwijze en nam zich voor om eerst een ruwe versie te publiceren. Later zou die dan worden aangevuld. Tevens probeerde men tot een vergelijk met Venter te komen. Die poging liep vast op de kwestie van de openbaarheid van DNA-sequenties.

'DE AAN- OF AFWEZIGHEID VAN EEN BORSTKANKERGEN BIJ EEN SCREENING GEEFT GEEN ZEKERHEID OVER HET WEL OF NIET ONTWIKKELEN VAN DE ZIEKTE, WANT SLECHTS TWINTIG PROCENT VAN DE BORSTKANKERGEVALLEN IS GERELATEERD AAN NU BEKENDE KANKERGENEN.'

In 2000, het jaar van de Amerikaanse presidentsverkiezingen, forceerde Clinton een samenwerking tussen de partijen. De Democraten waren voorstander van een publieke databank, maar tegelijk zeer beducht voor het negatieve media-effect van het escalerende conflict op de presidentskansen van Al Gore. Op 26 juni 2000 maakten president Clinton in Washington en premier Blair in Londen, in aanwezigheid van de direct betrokken onderzoekers uit beide kampen, gelijktijdig bekend dat het menselijk genoom was ontrafeld. De drie miljard basenparen van het DNA waren toen voor circa negentig procent in kaart gebracht.

Hierop bereidden de beide kampen gezamenlijke publicaties voor in *Science* en *Nature*. Venter bedong echter bij *Science* beperkingen op het gebruik van de gegevens. Het consortium trok daarop zijn artikel in en zegde de samenwerking met Celera op. Het publiceerde in plaats daarvan zijn versie in *Nature*, op 15 februari 2001 (409: 860). Een dag later volgde Venter met zijn versie in *Science* (291: 1304). In de jaren daarna verschenen publicaties met meer gedetailleerde versies van de menselijke sequentie. Fouten werden hersteld en gaten gedicht. Uit een artikel in 2004 van het consortium bleek dat inmiddels circa 99 procent van de sequentie bekend is (*Nature* 431: 931).

De kwestie van de patentering is een hoofdthema in *The Common Thread*. Genen mogen volgens de auteurs niet gepatenteerd worden: het zijn ontdekkingen en geen uitvindingen. Ze zijn letterlijk het erfgoed van de mensheid. Kennis hierover behoort daarom eenieder toe. Als we dit laten vallen, zullen volgens Sulston en Ferry commerciële doelstellingen klinische belangen en morele uitgangspunten overvleugelen. De auteurs beschrijven hoe dit gebeurde met de patenten op de borstkankergenen BRCA-1 en BRCA-2, die in handen zijn gekomen van het Amerikaanse bedrijf Myriad, dat voor de testen nu veel geld vraagt. Sulston werpt zich in de laatste hoofdstukken op als morele én als feitelijke winnaar van de race. Door de inspanningen van het consortium is voorkomen dat de door deze onderzoekers gepubliceerde genfrequenties gepatenteerd konden worden.

Het boek maakt duidelijk dat het in kaart brengen van het menselijk genoom een enorme mobilisatie van actoren en middelen vereiste. Sulston moest in korte tijd een gigantisch onderzoeksinstituut (het Sanger Centre) met vijfhonderd medewerkers oprichten en leiden. Voortdurend overleg tussen de partners van het consortium was nodig om het internationale karakter ervan waar te maken. Geldschietters moesten steeds opnieuw van het project overtuigd worden en ondertussen zaagde de industrie aan de poten van het consortium. Die zag in het project een potentiële geldmachine. Niet de wetenschap, maar het beheersen van de politieke en economische context bleek de belangrijkste opgave te zijn.

Velen van ons zullen op enigerlei wijze te maken krijgen met toepassingen van de kennis van het menselijk genoom. Onderzoekers spiegelen ons nieuwe genetische testen, therapieën en preventiestrategieën voor bij tal van ziekten en aandoeningen. Een meer gereserveerde benadering komt van de medisch socioloog Tjeerd Tijmstra, werkzaam aan de Rijksuniversiteit Groningen. In opdracht van de Raad voor Maatschappelijke Ontwikkeling (RMO), een adviesorgaan van de overheid, schreef hij *Humane Genetica en Samenleving. Bouwstenen voor een ander debat*. Dit essay beschrijft op kritische wijze denkbare implicaties van de toepassingen van de humane genetica, zoals het genetisch screenen van mogelijke dragers van ziekten via familierelaties. Onwetende familieleden worden daarbij geconfronteerd met de keuze om wel of niet aan een screeningsprogramma deel te nemen. Behalve dat zij hiervan misschien niet gediend zijn, roept het de vraag op of de kosten van een dergelijk uitdijend programma wel opwegen tegen de gezondheids- en welzijnswinst. Bovendien levert screening zelden definitieve zekerheid op. Zo geeft de aan- of afwezigheid van een borstkankergenen geen zekerheid over het wel of niet ontwikkelen van de ziekte, want slechts twintig procent van de borstkankergevallen is gerelateerd aan nu bekende kankergenen.

Een andere toepassing van de humane genetica is prenatale screening. Hierdoor worden tegenwoordig minder baby's geboren met genetische afwijkingen. Maar het dwingt vrouwen en hun partners soms wel tot zware besluiten over het al dan niet afbreken van een zwangerschap. Tijmstra schetst het beeld van het 'voorwaardelijke kind', dat gewenst is door de ouders, mits het in orde is. Ook zouden de kosten-effectiviteitsoverwegingen van prenatale screening kunnen leiden tot een samenleving die aangeboren afwijkingen, zoals het Downsyndroom, als een 'vermijdbare kostenpost' ziet.

Tijmstra hekelt evenals Hoekstra de commercialisering van DNA-technologie in de medische zorg. Zo deed een bedrijf enkele jaren geleden aan toekomstige ouders het aanbod om navelstrengbloed te laten invriezen voor gebruik van de eigen stamcellen, mocht het kind later leukemie ontwikkelen. Dit is niet alleen een voorbeeld van gecommmercialiseerde angstuitbuiting, maar draagt ook bij aan de onjuiste opvatting dat ziekten de wereld uit kunnen worden geholpen met technologie. Bovendien vormen nieuwe technologieën een ernstige aanslag op de publieke middelen. Dat leidt ertoe dat de alledaagse zorg, die veel mensen als zeer belangrijk beschouwen, in het gedrang komt.

Volgens de auteur zal gentechnologie ons vaker confronteren met multigenetische risicofactoren in samenhang met onze leefstijl. Een alsmar hypochondrischer wordende bevolking die voortdurend wordt gemaand een gen-conforme leefstijl te volgen, zou het gevolg kunnen zijn. Tijmstra stelt dat de ontwikkelaars van DNA-technologie de voordelen ervan vaak uitvergrooten, maar weinig oog hebben voor de mogelijk negatieve gevolgen. Hij tracht deze onevenwichtigheid te corrigeren, maar hiermee ontstaat wel een erg pessimistisch beeld. Tijmstra's schets van de opkomst van voorspellende geneeskunde roept de vraag op wat er in de praktijken zelf gebeurt, nu de kennis van de genetica zich vertaalt in concrete klinische toepassingen. Hoe ervaren patiënten de nieuwe mogelijkheden, en schieten ze er wat mee op?

'DE OPKOMST VAN VOORSPELLENDE GENEESKUNDE STAAT NIET ALLEEN OP GESPANNEN VOET MET HET IDEE VAN DE AUTONOMIE VAN EEN PATIËNT OF CLIËNT, MAAR BEÏNVLOEDT OOK OPVATTINGEN OVER DE VERANTWOORDELIJKHEID VOOR DE EIGEN GEZONDHEID.'

Aan het beantwoorden van deze vragen waagt zich een aantal auteurs in de bundel *Genetica van*

laboratorium naar samenleving. De ongekende praktijk van voorspellende genetische testen, onder redactie van de wetenschapsonderzoekers Gerard de Vries, verbonden aan de Universiteit van Amsterdam, en Klazien Horstman, werkzaam aan de Universiteit Maastricht en de Technische Universiteit Eindhoven. Volgens hen zal de nieuwe kennis ertoe leiden dat de *kans* op een ziekte steeds meer op zichzelf als een ziekte gezien gaat worden, met de nadruk op eigen risico's en verantwoordelijkheid. Voor het omgaan met medische en maatschappelijke problemen en onzekerheden, hanteert men volgens De Vries in de huidige genetische praktijk een *piecemeal*-benadering die voortkomt uit de klassieke, klachtgebonden geneeskunde. Moeilijkheden worden volgens die benadering stapsgewijs onder de loep genomen, waarbij medici zich richten op de medische en technische problemen, terwijl ethische onzekerheden via regelgeving worden opgelost. Daarbij staat de autonomie van de patiënt voorop, bijvoorbeeld via *informed consent* procedures. In dit non-directieve model verstrekt de arts informatie over de medische techniek en de consequenties ervan, maar de patiënt moet zelf de beslissingen nemen, eventueel bijgestaan door counselors. Hiermee worden overdrijving en speculatie wel voorkomen, maar de beslotenheid maakt de maatschappelijke consequenties die aan voorspellende geneeskunde kleven, tamelijk onzichtbaar. Het zijn 'ongekende praktijken', waar maatschappelijk weinig van kan worden geleerd.

In de bundel willen de auteurs de praktijken van de voorspellende geneeskunde belichten. Zij laten door casestudies zien dat een genetische test niet een kant-en-klare toepassing is, maar veel 'werk' vereist van de betrokkenen en veel gevolgen heeft. Vanwege de kosten, en om de succeskans van een DNA-test op de aanleg voor borstkanker te verhogen, moet de cliënt bijvoorbeeld voorafgaand aan de test zelf stamboomonderzoek doen. Zij moet familieleden benaderen over hun ziektegeschiedenis en die moeten op hun beurt eventueel bereid zijn bloed af te staan. Dat kan in een familie tot veel onrust leiden. De uitkomst van het proces kan een genetische test zijn, maar dat hoeft niet. De cliënt kan ook besluiten tot regelmatige controles. De kern van het diagnostische traject ligt in het zoeken naar een acceptabel niveau van (on)zekerheid op het krijgen van kanker voor zowel de cliënt als voor de betrokken arts. Deze inhoudelijke bemoeienis van de arts is in tegenspraak met het model van non-directieve counseling.

De opkomst van de voorspellende geneeskunde staat niet alleen op gespannen voet met het idee van de autonomie van de patiënt maar beïnvloedt ook opvattingen over de verantwoordelijkheid voor de eigen gezondheid. Een voorbeeld is een hoog cholesterolgehalte, dat een aanzienlijk verhoogde kans op hart- en vaatziekten oplevert. De erfelijke vorm hiervan blijkt door betrokkenen als een biologisch noodlot te worden opgevat. Dit in tegenstelling tot een hoog cholesterolgehalte als gevolg van een leefstijl waarvoor men zelf verantwoordelijk is. Deze visie werd onlangs ook door minister Hoogervorst verwoord met zijn stelling dat men geen recht heeft op ongezonder gedrag. Vergelijkbare verantwoordelijkheidsopvattingen spelen in een casus over een aantal Belgische verzekeraars. De hoogte van de premie valt hoger uit bij verwijtbare leefstijlrisico's, zoals roken of overgewicht, dan bij vergelijkbare, niet-verwijtbare risico's, zoals een genetische afwijking. Leefstijlen worden dus vertaald in hogere verzekeringspremies en maatschappelijk gemoraliseerd.

Maar voorspellend genetisch onderzoek schept ook nieuwe mogelijkheden. Werknemers zouden bijvoorbeeld baat kunnen hebben bij tijdige kennis van hun gevoeligheid voor schildersziekte, bakkerseczeem of metaalallergie, en niet pas nadat zij al enige tijd werkzaam zijn geweest in hun branche. De auteurs betogen dat de introductie van genetische testen mensenwerk is, waarbij voortdurend geleerd wordt. Onheilsscenario's en strenge wettelijke verbodsbepalingen kunnen daarbij averechts uitwerken. De Vries en Horstman stellen in het samenvattende laatste hoofdstuk dat leerervaringen alleen optreden als betrokkenen een stem krijgen die ook gehoord wordt. Zij pleiten voor maatschappelijke experimenten met nieuwe praktijken van genetische testen, die door participatief en kwalitatief onderzoek publiekelijk zichtbaar gemaakt worden.

Uitkomsten van casestudies zijn moeilijk te generaliseren, maar de bundel laat in al zijn variatie zien dat genetische testen maatschappelijk veel in gang zetten. Daar zijn zeker ook negatieve aspecten aan verbonden, maar er is bij de auteurs geen sprake van technologisch pessimisme. Integendeel, ze zien de ontwikkelingen als een uitdaging om maatschappelijke leerprocessen te ontwikkelen. Hoe zulke processen en experimenten eruit zullen zien, en hoe de risico's en verantwoordelijkheden daarbinnen moeten worden verdeeld, is nog niet duidelijk. Consensusconferenties zoals het Rathenau Instituut die in het verleden organiseerde, wijzen de auteurs af omdat deze zouden uitgaan van de onjuiste premisse dat het bijeenbrengen van actoren kennis oplevert voor goed beleid. Genetische praktijken zijn immers nieuw en nog ongekend. De Vries en Horstman stellen dat er veel ervaring is met wetenschappelijke, maar nog nauwelijks met maatschappelijke experimenten. Het ontwerpen van maatschappelijke experimenten die praktijken zichtbaar maken, is een uitdaging die nog voor ons ligt.

De hier besproken publicaties verschillen aanzienlijk. Hoekstra richt zich op niet-biologen, schetst de meer dan honderd jaar lange aanloop naar het Human Genome Project, stipt de morele en maatschappelijke problemen aan en waarschuwt voor dreigende commercialisering. Sulston en Ferry laten zien hoe de organisatie van het Human Genome Project de mobilisering vereiste van politieke en economische krachten, maar daardoor ook bedreigd werd in haar oorspronkelijke opzet. Tijnstra wijst ons op de negatieve kanten van de mogelijke toepassingen van de moderne genetica en geeft tegenwicht aan al te optimistische verhalen. Dat doen De Vries en zijn coauteurs ook, maar zij maken de praktijken van genetische testen concreet zichtbaar en zoeken naar vernieuwende maatschappelijke leerprocessen. De publicaties laten zien dat de genetica een uitdaging is, niet zozeer haar beteugeling als wel haar

maatschappelijke benutting, opdat zij kan bijdragen aan preventie en de behandeling van ziekten zonder de maatschappelijke cohesie te ondergraven.

Jac. A.A. Swart is universitair docent bij de basiseenheid Science & Society Group van de Faculteit Wiskunde en Natuurwetenschappen aan de Rijksuniversiteit Groningen. Hij is projectleider van het door NWO gesubsidieerde onderzoeksproject 'Between the clinic and the kitchen cabinet. A study assessing the development of functional foods in relation to genomics' en lid van de Groningse werkgroep Genomics, Ethics, Society & Philosophy (GESp), die deel uitmaakt van het Groningen Genomics Center (GGC).

Besproken boeken:

De Blauwdruk. Feiten en ficties over DNA
door **Wiel Hoekstra**.
Amsterdam University Press (Salomé). Amsterdam 2004.
160 pag., € 19,90

Genetica van laboratorium naar samenleving. - De ongekende praktijk van voorspellende genetische testen
door Gerard de Vries en Klasien Horstman (red.).
Uitgeverij Aksant. Amsterdam 2004.
210 pag., € 22,50

Humane Genetica en Samenleving. Bouwstenen voor een ander debat
door **Tjeerd Tijnstra**.
RMO (Raad voor Maatschappelijke Ontwikkeling) Advies 29.
Sdu uitgeverij. Den Haag 2004.
68 pag., € 13,50

The Common Thread. Science, Politics, Ethics and the Human Genome
door **John Sulston en Georgina Ferry**.
Joseph Henry Press. Washington 2002.
310 pag., € 17,50