

## De onzichtbare (f)actor

### Standaardisatie, ras en genetische diversiteit

Amade M'charek

*Dit artikel gaat over ras en raciale verschillen in genetische praktijken. In plaats van ras te behandelen als 'de Ander' of de afwijking op wat goede wetenschap is, tracht ik deze juist te traceren in de normale en routinepraktijk van de genetica. Ras en raciale verschillen zijn niet zozeer constructen van wetenschappers (ideologie) of de boodschap besloten in het DNA (natuur), maar wetenschappelijke neveneffecten. In dit artikel behandel ik ras als een resultaat van wetenschappelijke praktijken en als iets dat onverhoopt ingebouwd raakt in technologieën. Om dit argument te staven onderzoek ik een centrale en gestandaardiseerde technologie van de genetische laboratorium praktijk.*

*[genetische diversiteit, ras, raciale verschillen, mitochondriaal DNA, placenta cellen, HeLa cellijn, technologie, laboratorium praktijken, standaarden]*

### De onderzoeker in het veld

Op 15 december 1996 was ik onderweg naar het vliegveld van München om een bekende populatie-geneticus op te halen. Zij had een reis achter de rug van Tel Aviv naar München om het laboratorium te bezoeken waar ik mijn onderzoek verrichtte. Nadat we elkaar in de drukte gevonden hadden, reisden we met de trein naar München. Professor B-T bleek een aangename persoonlijkheid te zijn en voor we het wisten raakten we over van alles en nog wat in gesprek. Ze vertelde me over de uitzonderlijke DNA-samples die ze mee had gebracht, en over waar en wanneer ze verzameld waren. Het laboratorium, zo vertelde ik, zag uit naar deze samples vooral omdat er zo weinig mannelijke samples voorhanden waren. Professor B-T had vernomen dat ook ik de samples zou gebruiken voor mijn onderzoek en ik vertelde haar wat dat onderzoek tot dusver had opgeleverd. Tegelijkertijd bekwam mij een gevoel van onbehagen. Ik voelde in toenemende mate de behoefte om mijn identiteit te onthullen. Want ik was niet zo maar een medewerker van het laboratorium. Ik was daar vooral om het lab te bestuderen. Maar voor ik dit aan de orde kon stellen, bleek professor B-T benieuwd te zijn naar mijn herkomst. Ik vertelde haar dat ik in Amsterdam woonde, maar dat ik oorspronkelijk uit Tunesië kwam. Een beetje verlegen, maar nieuwsgierig vroeg ze me of

ik van “one of those interesting populations” afstamde. Ik moest haar teleurstellen, maar vertelde haar over de genealogische geschiedenis van mijn familie die een paar honderd jaar terugvoert naar Libanon.

Twee jaar later bezocht ik professor B-T in Tel Aviv. Ze nodigde mij uit in haar laboratorium en introduceerde mij aan haar groep. Daar begreep ik dat haar lab onderdak bood aan één van de consortia van het Human Genome Diversity Project, waar ze cellijnen van diverse populaties kweekten. Toen ze me aan haar medewerkers voorstelde, was ik verrast omdat ik niet geïntroduceerd werd als een sociale wetenschapper, maar als lid van het laboratorium in München.

### **Het veld in vogelvlucht**

In 1991 heeft een groep populatiegenetici het initiatief genomen voor een internationaal project met als doel kennis van de genetische diversiteit van de mensheid. De oprichters van dit *Human Genome Diversity Project* (Diversiteitproject) beoogden niet alleen het in kaart brengen van de huidige genetische diversiteit, maar vooral het verwerven van inzicht over waar die diversiteit vandaan komt en over de verspreiding van mensen en genen over de wereld. Door zo'n vijfhonderd populaties te bestuderen en door de genetische verschillen en overeenkomsten in kaart te brengen, hopen deze genetici een reconstructie te maken van de migratiegeschiedenis van de mensheid. Bij dit onderzoek staat één vooronderstelling centraal, namelijk dat de moderne mens 200.000 jaar geleden in Afrika is ontstaan. Deze vooronderstelling betekent dat alle huidige bevolkingsgroepen onderdeel uitmaken van één genealogische familie. Centrale vragen van het Diversiteitproject zijn: op welk moment in de geschiedenis hebben groepen mensen Afrika verlaten om de rest van de wereld te bevolken; wanneer en hoe heeft dit proces plaatsgevonden; hoe verhouden huidige bevolkingsgroepen zich tot elkaar; wat zijn hun verwantschapsrelaties; welke bevolkingsgroep is ouder en welke jonger? Kortom, het gaat het Diversiteitproject om het biologisch verhaal, of beter, het genetisch verhaal over de geschiedenis van de mensheid.

Genetisch onderzoek naar populaties is op zichzelf niet nieuw. Kenmerk echter voor de hedendaagse genetica is dat nieuwe technologische ontwikkelingen het mogelijk hebben gemaakt om dit type studies op een veel grotere schaal uit te voeren. Technologieën zoals de Polymerase Chain Reaction (PCR: een DNA-vermeerderingstechniek), geautomatiseerde DNA-sequenceertechnieken (voor het in kaart brengen van de DNA-bouwstenen), een grote hoeveelheid genetische markers, maar ook het internet en andere ICT mogelijkheden (voor het aanleggen van databanken) staan in het centrum van de Diversiteit Project (HUGO, 1994; M'charek 2000b). Desondanks plaatste de snelle ontwikkeling op dit gebied genetici voor problemen. Om genetische diversiteit te bestuderen en om een populatie te kennen, bleken zij een heel scala aan technieken tot hun beschikking te hebben. Gegeven het internationale en vergelijkende karakter van het Diversiteitproject, was standaardisatie en het op elkaar afstemmen van die technieken en methodes de eerste cruciale taak van het Diversiteitproject.

Terwijl de technologie en de technische mogelijkheden geen grenzen lijken te kennen en daarmee gunstig schijnen voor het doel van de Diversiteitproject, ontstond er een ander probleem op het gebied van populatie. Want, wat is een populatie? Deze vraag kon niet slechts met een definitie worden afgedaan en vroeg om een uitvoerige behandeling (M'charek 2000a). Volgens genetici waren populaties als discrete entiteiten aan het verdwijnen. Vooral in het Westen zou dit aan de orde zijn. Door een langdurig proces van vermenging zou het genetisch materiaal van westerse populaties vaag en moeilijk analyseerbaar zijn geworden. Als oplossing voor dit probleem besloten genetici zich in eerste instantie te richten op geïsoleerde populaties en op inheemse bevolkingsgroepen. Door die op basis van hun genetisch materiaal met elkaar te vergelijken, trachten wetenschappers inzicht te krijgen in populaties die genetisch complex zijn; dat wil zeggen, populaties die minder geïsoleerd zijn, minder uniek zijn en moeilijker te categoriseren en te bestuderen zijn (HUGO 1994). De aanname is dat die groepen waarvan verondersteld wordt dat ze geen deel hebben aan een internationaal verkeer van mensen en dingen, en vooral groepen in 'ver weg gelegen oorden', de beste bron zouden zijn en het beste materiaal zouden kunnen leveren om inzicht te krijgen in de geschiedenis van de westerse 'smeltkroes'. Uitgaande van het idee dat genetische diversiteit beter geconserveerd is gebleven in geïsoleerde populaties en van het idee dat alle mensen leden zijn van één genealogische familie, krijgen deze populaties de rol toegewezen van biologische bron en genetische oorsprong.

De start van het Diversiteitproject ging gepaard met een retoriek van conservering, tijdsdruk en alarm (Hayden 1998). In juni 1991 publiceerde het blad *Science* een artikel *A genetic survey of vanishing peoples*, dat opende met de zin: "Racing the clock, two leaders in genetics and evolution are calling for an urgent effort to collect DNA from rapidly disappearing populations" (Roberts 1991: 1614). Een van die genetici, Cavalli-Sforza (1993: 2) stelt dat:

if sampling is too long delayed, some human groups may disappear as discrete populations [...]. At a time when we are increasingly concerned with preserving information about diversity of the many species with which we share the Earth, surely we cannot ignore the diversity of our own species.<sup>1</sup>

Maar het Diversiteitproject werd onmiddellijk een controverse (met name in de Verenigde Staten en Groot-Brittannië). Dit had te maken met de bijzondere aandacht dat het heeft voor geïsoleerde populaties en met name voor hun celmateriaal. Het project werd beschuldigd van racisme en kreeg de bijnaam Vampierproject (De Stefano 1996; Dickson 1996). Deze bijnaam refereerde aan het feit dat het project bloedmonsters verzamelde, dat het belang van de initiatiefnemers een andere was dan die van de bevolkingsgroepen in kwestie en dat deze bevolkingsgroepen slecht geïnformeerd waren over het doel van het project. In de televisiedocumentaire *The gene hunters* stelde George Annas, een professor in medische ethiek aan het Massachusetts Institute for Technology (MIT), het als volgt:

We're taking from them their DNA, which we now consider like gold. It's even worse than standard colonialism and exploitation, because we are taking the one thing that *we* value, and after we take that, we have no real interest in whether they live or die.

In diezelfde documentaire beargumenteerde Leonora Zalabata, een woordvoester van de Arhuaco People:

Our land, our culture, our subsoil, our ideology, and our traditions have all been exploited. This [the Diversity Project] could be another form of exploitation. Only this time, they are using *us* as raw material.<sup>2</sup>

Interessant genoeg werd het Diversiteitproject als een soort antwoord op de meer bekende Human Genome Project gelanceerd. Zoals Cavalli-Sforza het formuleerde:

[t]he Human Genome Project aims to sequence 'the' human genome with DNA taken mainly from individuals likely to be of European ancestry in North America and Europe. But, like all brothers and sisters, all humans have slightly different genomes (Cavalli-Sforza 1993: 2).

Zijn doel is daarom "to explore the full range of genome diversity within the human family" (ibid: 2-3). Het Diversiteitproject werd zelfs gezien als een middel om racisme tegen te gaan.

By leading to a greater understanding of the nature of differences between individuals and between human populations, the HGD Project will help to combat the widespread popular fear and ignorance of human genetics and will make a significant contribution to the elimination of racism (HUGO, 1994: 1).

In verschillende politieke organen hebben inheemse bevolkingsgroepen geprotesteerd tegen dit project en hebben het imperialistische karakter ervan aan de orde gesteld. Een karakter dat een soort "science for the West and genes from the rest" lijkt te suggereren (Hayden 1998; Haraway 1997; M'charek 2000b).

### **Notities bij de methode van onderzoek**

Dit artikel is gebaseerd op een bredere studie van het Diversiteitproject (M'charek 2000b). Zoals de korte introductie duidelijk maakt, is het Diversiteitproject problematisch en roept het veel vragen op. In mijn onderzoek heb ik niet zo zeer aandacht besteed aan de controverse die in publieke debatten oplaaide. Ik heb juist ingezoomd op de routinepraktijken van laboratoria waar genetische diversiteit werd onderzocht. Juist daar trachtte ik antwoord te vinden op wat genetische diversiteit is: wat genetische verschillen en overeenkomsten zijn en hoe individuen tot leden van populatie X gemaakt werden en niet van Y. Mijn doel was om genetische diversiteit te lokaliseren in wetenschappelijke praktijken (Mol 1990; Mol & Law 1994). Terwijl genetische diversiteit in debatten en in de literatuur besproken werd als een stabiel en coherent object, iets dat gevonden kon worden in de natuur, leek de alledaagse praktijk van

wetenschappers te suggereren dat het om een fluïde object(en) gaat (Mol & Law 1994). Genetische diversiteit, individuen, families en populaties komen in die praktijk in vele verschillende versies voor. Bovendien zijn dit soort objecten onlosmakelijk verbonden met technologieën, methoden en handen van mensen die ermee werken (Latour 1987; Mol 2000; Rheinberger 2001). Echter, wanneer wetenschappelijke bevindingen de laboratoriummuren verlaten, in de vorm van een wetenschappelijke paper of via een interview in de media, wordt deze verwevenheid 'gewist' (Star 1995) en verschijnen objecten als autonoom en op zichzelf staand. Een populatie lijkt een natuurlijk fenomeen te zijn en genetische diversiteit lijkt iets dat in lichamen gevonden kan worden. Dit proces is niet vrij van normativiteit en heeft een effect op welke verschillen tellen. Met name in routine en gestandaardiseerde praktijken raakt de technologie op de achtergrond en genaturaliseerd. Hierdoor verwerft het object van studie en de kennis daarover universele kwaliteiten (Latour 1987; Star 1995). Wanneer het gaat om genetische diversiteit, is dit proces onderwerp van grote zorgen. Juist het losweken van objecten van wetenschappelijke praktijken en het wegwissen van de verwevenheid ervan met technologieën kan bijdragen aan het essentialiseren van biologische verschillen, nu op basis van het DNA.

Gegeven de relevantie van het proces waarop wetenschappelijke objecten tot stand worden gebracht en de rol van technologie daarbij, heb ik een etnografische studie verricht naar laboratoriumpraktijken. Om aandacht te kunnen besteden aan de normatieve inhoud van technologie en aan de interactie tussen technologie en objecten van onderzoek, heb ik als sociale wetenschapper besloten om een stage te lopen in een laboratorium. Hierdoor werd het voor mij mogelijk om in laboratoria mee te werken aan lopend onderzoek en om zelf de diverse aspecten van de technologie te ervaren. In mijn onderzoek heb ik participatie (het verrichten van genetisch onderzoek) gecombineerd met observatie (het bijhouden van notities over het laboratorium, vergaderingen en congressen en het houden van interviews na afloop van het onderzoek). Mijn centrale vragen hierbij waren: op welke wijze wordt normativiteit, zoals bijvoorbeeld ras of sekse, ingebouwd in technologie en andere routines om vervolgens onderdeel uit te maken van een normale wetenschappelijke praktijk waar niets op af te dingen lijkt te zijn en wat voor effect hebben technieken op de objecten van onderzoek en de kennis daarover?

In dit artikel wil ik met name stilstaan bij één technologie die in onderzoek naar genetische diversiteit een cruciale rol speelt. Het gaat om een genetische kaart die in laboratoria als een standaardtechnologie wordt gebruikt. Deze kaart staat echter bekend als ethnocentrisch. In mijn analyse zal ik nagaan hoe een 'gekleurde' kaart toch kan functioneren als een standaard en 'genaturaliseerd' wordt in het alledaagse gebruik ervan.

### **Mitochondriaal DNA in de wetenschappelijke praktijk**

In het kader van het Diversiteitproject bestuderen genetici met name het niet-codeerende DNA. Dit zijn DNA-fragmenten die niet betrokken zijn in het metabolisme van een individu. Deze stukjes DNA worden in kaart gebracht en geanalyseerd in termen

van gelijkheid en verschil tussen individuen of populaties. Voor het verrichten van studies naar genetische verwantschap of naar diversiteit hebben genetici twee DNA-systemen tot hun beschikking: nucleair DNA (nDNA) en mitochondriaal DNA (mtDNA). Het nDNA bevindt zich in de celkern en is uitgestrekt over de 46 chromosomen. Dit is het DNA dat nu bekend staat als 'het boek des leven' en waarvan de genetische kaart in juni 2000 aan de wereld werd gepresenteerd. Het mtDNA is minder bekend, maar de genetische kaart ervan was reeds in 1981 geproduceerd. Anders dan het nDNA bevindt het mtDNA zich niet in de celkern, maar daarbuiten op de mitochondria, of wel de energieleveranciers van de cel. Het mtDNA onderscheidt zich op veel meer manieren van het nDNA. Het mtDNA genoom is 200.000 keer kleiner als het nDNA-genoom. Terwijl een menselijk cel slechts één celkern heeft en daarmee slechts twee kopieën van het nDNA (de chromosomen komen in paren), kan deze duizenden mitochondria bevatten en daarmee duizenden kopieën mtDNA. De grootte van het mtDNA-genoom (16.600 bouwstenen) en het feit dat mtDNA in vele kopieën in een cel te vinden is, brengt grote voordelen met zich mee voor genetisch onderzoek. Dit is tevens een belangrijke verklaring voor het feit dat de genetische kaart ervan al in 1981 geproduceerd was. Sinds de publicatie ervan werd het de referentie sequentie, ook wel Anderson genoemd naar de eerste auteur van die wetenschappelijke paper.

### **Anderson: een mtDNA-kaart**

In laboratoria is Anderson is een gestandaardiseerde technologie geworden. Vandaag de dag kan deze kaart van het internet gedownload worden. Het verschijnt op het computerscherm als een tekst. Het is onder meer op deze wijze dat ik het tegenkwam in het Laboratory for Evolution and Human Genetics in München waar ik participerende observatie verrichtte.

Op welke wijze wordt Anderson gebruikt in laboratoria waar genetische diversiteit wordt onderzocht? Ten eerste stelt het genetici in staat om andere sequenties te identificeren. Omdat genetici slechts kleine fragmenten van het DNA onderzoeken, tasten zij in het duister. Anderson stelt hen in staat om die fragmenten en met name het begin en het einde ervan te lokaliseren. Het proces van lokaliseren vindt plaats door het beoogde fragment te vergelijken met Anderson en op zoek te gaan naar de hoogste match tussen de bouwstenen van Anderson en het fragment. Ten tweede stelt het genetici in staat om verschillen te produceren. Het gaat hierbij om verschillen ten opzichte van Anderson die ontstaan op basis van een vergelijking. Deze verschillen (mutaties genoemd) zijn de stukjes informatie die genetici nodig hebben voor hun analyses. Zij stellen genetici in staat om genetische verwantschap te reconstrueren op basis van nabijheid en afstand. Overeenkomstige mutaties bij groepen individuen betekent verwantschap, mutaties die niet gedeeld worden wijzen op afstand (divergentie). Ten derde biedt Anderson een nomenclatuur en een systeem waarop er naar genetische verschillen verwezen kan worden. Genetici hoeven niet langer hele sequenties te laten zien, maar kunnen volstaan met het vertonen van de mutaties ten opzichte van Anderson en de posities van die mutaties. In dit opzicht functioneert Anderson als een communicatie-

technologie. Maar zoals we weten zijn communicatietechnologieën geen neutrale media. Zij dragen altijd een inhoud en belichamen altijd een boodschap. Terwijl deze technologieën communicatie mogelijk maken, structureren ze tegelijkertijd ook de wijze van communiceren. Op welke wijze interfereert de boodschap van Anderson met de andere DNA-sequenties die in het laboratorium bestudeerd worden?

### **De verwevenheid van natuur en technologie**

Ondanks het high-tech, geautomatiseerde en gerobotiseerde karakter van hedendaags DNA-onderzoek, gaat het vaststellen van de volgorde van de bouwstenen in het DNA altijd gepaard met ambiguïteiten en met het nemen van beslissingen. Op dit soort momenten komt Anderson goed van pas en speelt het een centrale rol. Het helpt bij het bewerken en corrigeren van sequenties die ambiguïteiten bevatten. Bijvoorbeeld: een sequentie kan naast de bekende DNA-bouwstenen (A,C,T,G) ook posities bevatten die als M of S aangemerkt staan. Deze letters geven aan dat de sequentietechnologie niet kan beslissen welk nucleotide/bouwsteen daar gevonden is. In laboratoria worden zulke sequenties gecorrigeerd volgens Anderson. Deze praktische aspecten van het bepalen van volgordes in de bouwstenen verdwijnen over het algemeen naar de achtergrond. We komen ze in wetenschappelijke publicaties niet meer tegen. Maar ironisch genoeg wordt er in de publicatie van de referentie sequentie (in 1981) daar wel over gerapporteerd. Daarin kunnen we lezen dat een aantal posities van de Anderson sequentie ambigu waren en dat deze gecorrigeerd werden met behulp van een andere sequentie: “[n]ucleotides 10, 934-5, 14,272 and 14,365 were ambiguous and their identity assumed to be the same as in the bovine mtDNA sequence” (Anderson et al. 1981: 458). Met andere woorden de Anderson zelf is gecorrigeerd volgens een mtDNA-genoom van een koe. De kaart van het koeien mtDNA was in hetzelfde laboratorium in Cambridge geproduceerd en was daarom makkelijk voorhanden. De praktische rol die Anderson speelt bij het corrigeren van sequenties, laat duidelijk zien dat de genetische kaart een belangrijke rol speelt tijdens het proces van het bepalen van de volgorde van bouwstenen in het DNA en niet pas daarna. Hiermee wordt duidelijk hoe in genetische praktijken objecten van onderzoek (onbekend DNA) en technologie (de referentie) met elkaar verweven raken. De genetische kaart wordt onderdeel gemaakt van andere DNA-sequenties en bepaalt mede hoe die sequenties eruit zien.

### **Vershil, eurocentrisme en naturalisatie**

In een interview dat ik met het hoofd van een laboratorium in München hield, vroeg ik hem over Anderson en over zijn idee dat de sequentie van de Neanderthaler een meer neutrale referentie zou zijn.<sup>3</sup> Toen ik in 1997 in dit laboratorium was, werd daar de allereerste DNA-sequentie van een Neanderthaler geproduceerd (Krings et al. 1997). Dit verklaart de vergelijking. Als antwoord op mijn vraag, om mij meer te vertellen

over Anderson en over de wijze waarop het aan de wetenschappelijke gemeenschap voorgesteld werd, antwoordde professor Pääbo als volgt:

It wasn't proposed. It was determined. Now, that's a difference between constructionists and geneticists. [laughter]. I mean to say it was the sequence that was sequenced, right. [laughter]. It was the first complete human sequence that was ever determined. It was done in Cambridge. And the first author's name on that paper is Anderson. [laughter]. This was in 1981. It is a composite though, because different parts of that 16.5 Kb [kilo base-pair] count for different individuals. It's not even from one person! But the control region is from one person. It had come to be the reference. Because when people determined sequence number two, they had of course compared that to the first one; since it was already there. And now four thousand sequences later, we still compare to that [first] one. It is of course totally arbitrary. We could take any other sequence as the reference. Anderson is just a convenient convention. Because everybody knows the sequence that you're referring to. But it is of course a British sequence. Or, certainly European, but probably British, because it was done in England.

En refererend aan de Britse identiteit van Anderson legde hij uit dat:

One should of course keep in mind that Anderson is not a golden standard. But if we were to take the Neanderthal sequence, now that would be the perfect reference. It is not a Eurocentric one. And from the analysis we are doing now, it is equally far away from all humans. But it would also be a kind of political correctness, I guess. Kind of purist. Because one avoids the "optical bias" of Anderson. But it wouldn't be practical. In comparison to the Neanderthal, all people would have many shared mutations. These shared mutations are not informative, they would just tell you that people are different from the Neanderthal. They don't tell you how people relate to each other.

Dit citaat onderstreept de preoccupatie van genetici met verschillen. Immers in vergelijkingen met Anderson gaat het niet alleen referentie, maar vooral divergentie. Bovendien wijst het citaat ons erop dat de genetische verschillen die ontstaan naar aanleiding van een vergelijking met Anderson theoretische noties belichamen. Ze belichamen deze noties, omdat ze het juiste type informatie aan het daglicht moeten brengen opdat genetici ermee kunnen werken. Verschillen die met behulp van de genetische kaart van een Neanderthaler tot stand zouden komen, zouden niet zo informatief zijn als verschillen die met Anderson gegenereerd worden.

Het interview brengt ook een ander thema onder de aandacht, namelijk eurocentrisme. In lijn met discussies binnen het Diversiteitproject over ras en racisme, stelt Pääbo zelf de etnische bias van Anderson aan de orde. Bij een andere gelegenheid stelde hij: "People tend to *naturalise* it [Anderson] and take it for granted. They would speak of mutations from Anderson, but one could also reason the other way around."<sup>4</sup>

In het onderstaande worden de thema's naturalisatie en etnocentrisme nader gezien. Op welke wijze komt de naturalisatie van Anderson tot stand en wat zijn de effecten ervan? Hiertoe zullen we een nadere blik werpen op deze genetische kaart. Anderson is een technologie die ooit, ergens en binnen een specifieke praktijk werd



geproduceerd. Ze kan gezien worden als een “frozen moment” (Haraway 1991), een gestolde vorm van deze constituerende elementen. Om de bias en de naturalisatie ervan te analyseren zullen beide zijden van de medaille van naturalisatie gezien worden. Allereerst sta ik stil bij het type natuur dat ‘gedomesticeerd’ moest worden om de genetische kaart te produceren (Knorr-Cetina 1995; Latour 1987).<sup>5</sup> Laboratorium studies hebben bij uitstek aangetoond dat het wetenschappelijke proces valt of staat met het transformeren van de natuur ten einde deze onderzoekbaar te maken (Latour & Woolgar 1979; Knorr-Cetina 1981; Lynch 1985). De natuur dient ‘opgewaarderd’ (Lynch 1992) en gedomesticeerd te worden om een *fit* te realiseren tussen het laboratorium en het object van onderzoek. In het kader van Anderson zullen de specifieke praktijken, het biologisch materiaal en de technologie die gebruikt werden om de kaart te produceren onderwerpen van analyse zijn. Ten tweede ga ik in op de vraag hoe een lokaal geproduceerde technologie zo geruisloos kan reizen tussen laboratoria en de status van een genaturaliseerde technologie kan verwerven. Wat betekent het naar de achtergrond geraken van technologie die hand in hand gaat met naturalisatie? En, wat wordt er in dit proces op de voorgrond geplaatst? Voor dit doel neem ik u mee terug naar het begin van de jaren tachtig, de periode waarin Anderson geproduceerd werd.

### Het biologisch materiaal

Zoals gesteld werd Anderson in 1981 geproduceerd. Deze genetische kaart werd in het blad *Nature* door veertien auteurs publiek gemaakt. Anderson is geproduceerd op basis van celmateriaal van twee individuen: een placenta en HeLa cellen.

Bezien vanuit de context van de genetica kan deze periode gekenschetst worden als een ‘pre-PCR tijdperk’, de tijd voor de introductie van de PCR (de cruciale DNA-vermeerderingstechnologie). Met behulp van de PCR werd het mogelijk om DNA te onderzoeken op basis van zeer weinig biologisch materiaal. Het weinige materiaal kan immers worden gekopieerd. Om inzicht te krijgen in het DNA-werk in de periode daarvoor, namelijk de jaren zeventig en tachtig, wil ik de populatiegeneticus Marc Stoneking opvoeren. In een interview dat ik met hem hield in München over het mtDNA-onderzoek in het begin van de jaren tachtig, verhaalde hij het volgende:

Initially I wanted to do Australia, because earlier work indicated that Australian mtDNA is somewhat divergent. But it proved to be impossible to get the samples that we needed from Australia back in the United States. You know in the 1980s, just before PCR, so to do mitochondrial DNA studies we had to purify the mtDNA to its homogeneity.<sup>6</sup> And to do that, we couldn't do that from a blood sample, because you don't get enough DNA from blood. So, we have these tissue samples, sort of a placental tissue. So that puts a lot of constraint on what sorts of population you want to get samples from. And it was just impossible to get Australian Aboriginal placentas. But our contact in Australia was a trained student who got to New Guinea to do fieldwork. He ended to be an extremely valuable colleague. Because even though he was in the Highlands of New Guinea, he was able, over the course of two or three years, to arrange a collection of almost a hun-

dred and fifty placentas from different parts of New Guinea; to ship them out to us in California and keep them frozen. So they arrived in excellent condition.<sup>7</sup>

### **Ras, technologie en gedomesticeerde natuur**

In de tachtiger jaren was het in kaart brengen van DNA geen gemakkelijke onderneming. Het werk van genetici kende een aantal beperkingen. Zoals het interview liet zien was het voor de introductie van de PCR-techniek onmogelijk om voldoende DNA te verkrijgen.<sup>8</sup> Hoewel andere DNA-vermeerderingstechnieken (zoals de DNA-recombinatietechnologie) al in de zeventiger jaren voorhanden waren, was het biologisch materiaal cruciaal voor het succes van DNA-onderzoek. Lichaamsmateriaal dat grote hoeveelheden DNA bevatte, was nodig. Anders dan bloed staan placenta's bekend als DNA-rijk weefsel en werd daarom het meest geëigende materiaal om mee te werken.<sup>9</sup> Deze context en beperking werpen licht op de wijze waarop Anderson geproduceerd is.

Het verhaal van Stoneking onderstreept de problemen om placenta's te verkrijgen. Met name placenta's van mensen in 'verre oorden' waren moeilijk te verwerven. Het was afhankelijk van de juiste netwerken (Clarke 1995: 186). Mensen in Nieuw-Guinea bijvoorbeeld, zouden wel eens de voorkeur kunnen geven aan het ritueel begraven van placenta's in plaats van andere rituelen zoals die van de Westerse wetenschap.<sup>10</sup> Daarnaast bleek het vervoeren van de placenta's in de juiste conditie die het onderzoek vereiste, geen vanzelfsprekendheid. De placenta's dienden snel op droog ijs gezet en naar de laboratoria vervoerd te worden, waar ze nog bevroren dienden te zijn bij aankomst (Clarke 1995: 195-198). De cruciale rol van placenta's voor het DNA-onderzoek in de tachtiger jaren en de moeilijkheden om placenta's uit verre streken te verkrijgen maken integraal deel uit van wat Anderson is. Terwijl placenta's uit het buitenland moeilijk te verkrijgen zijn, is het voor Britse placenta's wellicht een kwestie van een telefoontje met een nabijgelegen ziekenhuis. Kinderen worden geboren en placenta's komen met weinig moeite ter beschikking van de wetenschap.<sup>11</sup> Vanuit dit perspectief kan gesteld worden dat Anderson gebaseerd was op een "convenient convention", het gemak der gewoonte. Namelijk de gewoonte om met placenta's te werken (omdat deze DNA-rijk zijn) en het gemak van vele laboratoria om het materiaal dat voorhanden is te gebruiken (om tijd en moeite te besparen).

Wat betekent deze nadruk op technologie en het biologisch materiaal voor het eurocentrisme van Anderson? Het in kaart brengen van het DNA en de specifieke natuur die 'gedomesticeerd' kon worden was sterk afhankelijk van de technologie die voorhanden was. Zoals we zagen, werd het succes van DNA-onderzoek sterk bepaald door het biologisch materiaal. Bovendien werden de (on)mogelijkheden voor welk lichaamsmateriaal er gebruikt werd, mede bepaald door de organisatie van het wetenschappelijk onderzoek, zoals beschikking over de juiste netwerken en mensen die veldonderzoek verrichtten, of de toegang tot ziekenhuizen voor het verkrijgen van placenta's. Als we deze aspecten in ogenschouw nemen dan betekent het dat het eurocentrisme van Anderson niet gemakkelijk afgedaan kan worden als ideologie. Dit eurocentrisme kan beter gezien worden als een effect van technologie. Anders dan een

gemotiveerd proces van uitsluiting (Hannaford 1996) kan deze praktijk gezien worden als een manier van werken. Ras is dan een ‘gedistribueerde activiteit’, die ingebed is in de routine-praktijk van het pre-PCR DNA-onderzoek.<sup>12</sup> In dit type praktijken worden geografische afstand en nabijheid, het werk van het verkrijgen van goed biologisch materiaal en de beschikbare technologie alle onderdeel van de wetenschappelijke routines en bepalen hoe het in kaart brengen van DNA tot stand komt.

### **Meer biologisch materiaal: een cellijn**

In de wetenschappelijke paper werd aangegeven dat het materiaal dat gebruikt werd voor het in kaart brengen van Anderson, afkomstig was van twee individuen en dat het bestond uit placenta en HeLa cellen (Anderson et al. 1981). Ik probeerde uit te vinden wat HeLa was in de databank van MedLine. Ik stuitte op duizenden publicaties. De abstracts echter beloofden niet dat de volledige papers daar op in zouden gaan. HeLa leek te vanzelfsprekend, maar wat was het? Het antwoord vond ik op mijn bureau, in mijn *Penguin Dictionary of Biology* (Thain & Hickman 1996: 294). HeLa cellen werden beschreven als: “Cells from human cell line widely used in study of cancer. Original source was Helen Lane, a carcinoma patient, in 1952.” Met andere woorden HeLa is een acroniem voor Helen Lane en het refereerde aan haar onsterfelijk gemaakte cellen: een cellijn.

Mijn zoektocht naar HeLa hield daar echter niet op. Van een collega ontving ik een e-mail waarin hij mij vroeg of Helen Lane een zwarte vrouw was.<sup>13</sup> Hij had een documentaire gezien over een zwarte Amerikaanse vrouw wier cellen geïmmortaliseerd waren in de vijftiger jaren en die vandaag de dag overal in de wereld gebruikt werden in laboratoriumonderzoek. Hierop begon ik genetici om opheldering te vragen, maar zonder veel succes. In een telefonisch gesprek met Allan Bankier, de tweede auteur van de Anderson Paper, vertelde hij mij dat hij zich niet meer precies kon herinneren wat de oorsprong was van het placenta en ook niet dat van de HeLa cellen. Maar hij kon zich wel herinneren dat ze in het lab materiaal hadden van ‘zwarte’ individuen. Hij vertelde: “At that time these issues were not so much addressed and we were not after an individualised sequence. Our aim was a consensus sequence that everybody could work with.”<sup>14</sup>

Andere informatie die ik vond, bestond uit een paper van Howard Jones, een arts die Helen Lane, alias Henrietta Lacks, in de vijftiger jaren onder behandeling had.<sup>15</sup> In een paper *Record of the first physician to see Henrietta Lacks at the Johns Hopkins Hospital: History of the beginning of the HeLa cell line* verhaalt hij over hoe moeilijk het was om in het begin van de vijftiger jaren een cellijn te ontwikkelen en om cellen in vitro te doen groeien. “The project [of making a cell line] appeared to be a failure until Henrietta Lacks walked onto the stage” (Jones 1997: 227). Zij leed aan een baarmoederkanker waarvan de cellen zo hard groeiden, dat ze het ontwikkelen van een cellijn voor wetenschappers binnen handbereik bracht, zo stelt Jones. Hoewel zijn paper klinische en persoonlijke informatie geeft over ‘Helen Lane’, zoals hoe oud ze was, het aantal kinderen dat ze had en de klinische diagnose, was er geen enkele verwijzing naar haar kleur.

Het was in een paper op het gebied van de populatie genetica waar ik meer informatie trof en waarin er over de HeLa cellijn in termen van kleur en oorsprong gesproken werd. Dit beroemde paper over de Mitochondriale Eva beschrijft de HeLa cellen als: "derived from a Black American." In die studie werd het mitochondriale DNA van honderd en achtenveertig samples afkomstig van individuen uit verschillende geografische gebieden met elkaar vergeleken en Anderson (de genetische kaart) verschijnt als één van de sequenties die bestudeerd zijn. Terwijl de oorsprong van Anderson ongespecificeerd blijft, wordt 'Helen Lane' en zeventien andere zwarte Amerikanen niet alleen als zodanig gecategoriseerd. Hun DNA wordt daarin gezien als "a reliable source of African mtDNA" (Cann et al. 1987: 32).

### **De (ir)relevantie van ras en het Britse van Anderson**

De zoektocht naar HeLa geeft aan dat de Britse identiteit van Anderson, waarover de professor van het laboratorium in München gesproken heeft, ingewikkelder ligt. Hoewel het niet volledig duidelijk is geworden waar de placenta vandaan kwam<sup>16</sup>, bleek Anderson voor een deel geproduceerd te zijn op basis van HeLa cellen. Dit laatste wijst erop dat de Britse identiteit van Anderson niet zo zeer een kwestie van DNA is. Dit wordt onderstreept door het feit dat HeLa mtDNA van het Johns Hopkins Ziekenhuis in de Verenigde Staten naar het laboratorium in Cambridge (Engeland) gereisd is. Dit verkeer van mensen en dingen, dat de dagelijkse praktijk is voor laboratoriumwetenschap, geeft aan dat die Britse identiteit gezocht moet worden in waar en hoe Anderson geproduceerd is. Het Britse zit in de wetenschappelijke praktijk, de netwerken en technologie waarmee deze praktijken geproduceerd zijn. Zo was HeLa DNA verkregen van een collega in de Verenigde Staten en al in het laboratorium aanwezig. Placentacellen waren ook als DNA-klonen voor handen. Deze waren in het kader van een ander onderzoek geproduceerd (Drouin 1980). En de mtDNA-sequentie van een koe was ook kort voor Anderson in hetzelfde lab geproduceerd. Het organisatorisch karakter van het wetenschappelijk werk en het bij elkaar brengen van al deze elementen in Cambridge, maken Anderson tot een Britse genetische kaart.

In mijn pogingen om HeLa te lokaliseren was de simultane aanwezigheid en afwezigheid van 'Helen Lanes' kleur opvallend. Het gaf aan dat ras binnen de genetica niet altijd relevant, maar ook niet altijd irrelevant is. Voor de meeste genetici had 'Helen Lane' haar raciale identiteit verloren door het ontstaan van de cellijn. Haar waarde voor de genetica is gelegen in haar zich snel vermenigvuldigende kankercellen.<sup>17</sup>

Ook de makers van Anderson hebben in hun paper geen woorden gewijd aan haar etniciteit, waarmee de irrelevantie daarvan voor de referentie-sequentie benadrukt werd. En zoals één van de co-auteurs het stelde: de makers van Anderson ging het niet om een geïndividualiseerde genetische kaart, een kaart met een genetische identiteit. In andere contexten daarentegen, was de etniciteit van 'Helen Lane' uitermate relevant. Het stelde genetici in staat om haar mtDNA als Afrikaans op te voeren. Raciale identiteit is daarom relevant voor sommige wetenschappers en weer triviaal voor anderen.

Maar als onderdeel van de Anderson-sequentie bleek ‘Helen Lane’ ook in de mitochondriaal DNA-paper deze identiteit verloren te hebben. Daar verscheen Anderson ongemarkeerd en zonder verdere specificatie in de genetische stamboom als één individu en niet als een samengestelde sequentie. Het paper veronderstelde dan ook dat Anderson een (genetisch) Europese sequentie was. Het verschil tussen de wijze waarop HeLa en Anderson behandeld worden geeft aanwijzingen over de naturalisatie van Anderson als een standaardtechnologie. Het geeft aanwijzingen over hoe deze standaard kan ontsnappen aan de lokale context en een genaturaliseerde technologie wordt. Het geeft aanwijzingen over een proces waarbij lokale praktijken, technologie en gedomesticeerde natuur worden gewist op het moment dat Anderson begint te reizen naar andere laboratoria.

### **Naturalisatie: over hoe er uit veel één wordt**

De naturalisatie van Anderson, zo wil ik tot slot beargumenteren, heeft te maken met de theorie van Mitochondriale Eva. Deze theorie werd in 1987 door Rebecca Cann, Mark Stoneking en Alan Wilson geformuleerd en heeft de ‘out of Africa’ hypothese een genetisch fundament gegeven. Deze hypothese, namelijk dat de mensheid 200.000 jaar geleden in Afrika is ontstaan en van daaruit de rest van de wereld heeft gekoloniseerd, was sinds deze publicatie niet langer gebaseerd op onderzoek van botten en artefacten. Het bewijs was nu gestoeld op DNA. Deze geprivilegieerde blik werd door Stoneking in de volgende woorden gevat: “We geneticists know that our genes must have had *ancestors*, but palaeontologists can only hope that their fossils had *descendants*.”<sup>18</sup>

Het verschijnen van mitochondriale Eva op het toneel van de genetica is gebaseerd op twee andere eigenschappen van het mtDNA die te maken hebben met hoe dat DNA overerft. MtDNA erft alleen via de vrouwelijke lijn over.<sup>19</sup> Het proces van bevruchting maakt duidelijk waarom. De zaadcel (van mannen afkomstig) bestaat voornamelijk uit een celkern. Omdat het mtDNA zich in het cytoplasma bevindt (buiten de celkern), draagt de zaadcel geen mtDNA bij tijdens de bevruchting. Met andere woorden het mtDNA komt van de eicel die zowel een kern als een cytoplasma bevat. Het is dus de mtDNA van de vrouw dat doorgegeven wordt aan de nakomelingen. Terwijl het genetisch materiaal dat zich in de celkern bevindt, van beide ouders komt en bij de bevruchting door elkaar gehusseld wordt (recombinatie), ontspringt het mtDNA deze dans. Er valt niets te recombineren, want het komt van één persoon, de vrouw. Dit betekent dat verschillen die in het mtDNA gevonden worden, geheel toegeschreven kunnen worden aan mutaties (toevallige veranderingen in de DNA bouwstenen). De maternale overerving van mtDNA en het toevallige ontstaan van verschillen in dat DNA, stellen genetica in staat om onze genetische verwantschap – met behulp van eenvoudige statische modellen – te traceren en daarmee onze oorsprong in het mtDNA een historische tijd en plaats te geven. Dit is het verhaal van mitochondriale Eva, ook wel zwarte Eva genoemd, de eerste gemeenschappelijke moeder van de mens.

Zowel Anderson als mtEva zijn producten van theorie en praktijk. Anders dan in het geval van Anderson echter hebben we geen toegang tot het DNA van mitochondri-

ale Eva. Haar genetische kaart bestaat niet. Het is een concept dat afhankelijk is van een theorie over overerving en de praktijk waarin verschillende DNA-sequenties worden vergeleken. Het is afhankelijk van gestandaardiseerde methodes waarmee genetische verschillen worden geanalyseerd en van het universele karakter dat aan resultaten meegegeven wordt, op een zodanig wijze dat deze bijdragen aan een genetische verwantschap die terug leidt naar één bron. Hoewel de genetische kaart van Anderson voorhanden is en hoewel die kaart erop wijst dat het om een samengestelde sequentie gaat, zagen we in de paper van Cann en haar collega's dat Anderson behandeld werd als zou het één individu zijn. Die genetische kaart werd niet gezien als een technisch construct, maar als een natuurlijk fenomeen. Dit onderstreept het feit dat Anderson niet alleen gebruikt wordt om andere genetische sequenties te vergelijken en te analyseren. Anderson neemt ook de plaats in van een natuurlijke oorsprong. Dit is de plaats van een genetische kaart die verloren is gegaan, namelijk die van mitochondriale Eva. In de genetica worden alle mtDNA-sequenties met Anderson in verband gebracht. De verschillen worden als mutaties ten opzichte van Anderson gelezen. Maar met behulp van een universele theorie over mtDNA overerving, wordt Anderson letterlijk tot oorsprong gemaakt (van het mitochondriale DNA) van alle mensen. Het is daarmee de mitochondriale Eva van de moderne genetica geworden.

### **Tot slot**

In de loop van de jaren negentig zijn we al te bekend geraakt met genetische representaties. Dubbele helixen, kleurrijke streepjescodes en soms stukjes tekst bestaande uit de letters A,C,G en T hebben onze huiskamers bevolkt. Deze representaties op zich kunnen als gecompliceerde teksten gelezen worden (Van der Ploeg 1998; Pasveer 2001). Dit artikel heb ik vooral toe willen spitsen op de representatietechnologie zelf. Ik heb rond de vraag van Susan Leigh Star (1995: 111) gewerkt: "Where does the mess go?" Zij refereert daarbij aan de "mess" die nodig is om formele representaties of gestandaardiseerde technologieën te produceren. Zelfs een formele representatie in de vorm van een tekst is niet passief of vrij van normativiteit. Zoals ik boven heb laten zien is Anderson, een tekst die een genetische kaart representeert, actief betrokken bij het produceren van genetische verschillen en overeenkomsten.

Met name binnen de genetica komt het niet zelden voor dat technologie en wetenschappelijke object met elkaar inwisselbaar zijn (Rheinberger 1997, 2001). Anderson is een genetische kaart die gebaseerd is op biologisch materiaal van individuen. Wanneer het getransporteerd wordt naar andere tijden en oorden, neemt het met name de vorm aan van een technologie. In mijn analyse heb ik naar beide aspecten van Anderson gekeken, omdat deze niet zonder elkaar bestaan. De genetische kaart belichaamt de praktijken waarbinnen de kaart werd geproduceerd en de normativiteit ervan heeft een effect op de kennis waaraan het bijdraagt. Met behulp van deze kaart worden genetische verschillen en overeenkomsten tot stand gebracht en daarmee genetische nabijheid en afstand. Zoals boven is besproken was het maken van Anderson afhankelijk van specifieke technieken, de organisatie van het wetenschappelijk werk waarbinnen

biologisch materiaal uitgewisseld werd en van het met elkaar in verband brengen van technologie en het beschikbare biologisch materiaal. Dit resulteerde in een samengestelde genetische kaart die op twee individuen gebaseerd was.

De reden waarom Anderson deze lokale omstandigheden kan ontstijgen, zo gemakkelijk tussen laboratoria kan reizen en een genaturaliseerde technologie wordt, heeft te maken met het hierboven beschreven dubbele karakter. Niet zelden wordt Anderson 'genaturaliseerd' en gepresenteerd als een individu op een genealogische stamboom. Bovendien heeft de analyse van de theorie van mtDNA overerving laten zien dat de naturalisatie van Anderson door de stabiliteit en het universele karakter van die theorie tot stand wordt gebracht. Het maakt het mogelijk voor de genetische kaart om zowel technologie als biologische oorsprong te zijn.

Het probleem van naturalisatie heeft niet alleen te maken met het naar de achtergrond geraken van technologie en de normatieve inhoud ervan. Naturalisatie leidt ook tot het essentialiseren van verschillen. Niemand draagt bij voorbeeld in zijn eentje mutaties. Mutaties bestaan alleen in relatie tot gestandaardiseerde technieken die we genetische kaarten noemen. Gestandaardiseerde en genaturaliseerde technologieën plaatsen dit soort verschillen op de voorgrond; als zouden deze belichaamd zijn door individuen of populaties. Dit is naar mijn mening relevant voor het debat over ras en racisme binnen het Diversiteitproject. Juist omdat dit project sterk geïnteresseerd is in het in kaart brengen van verschillen, en juist omdat dit project vele versies van populatie en individu produceert, is het belangrijk dit soort objecten te lokaliseren in wetenschappelijke routines (Mol 1991; Mol & Law 1994). Om essentialistische benaderingen van verschillen te voorkomen, dienen we rekenschap te geven van de technieken en praktijken waarmee deze geproduceerd worden ten einde de categorieën van de moderne genetica te denaturaliseren.

## Noten

Amade M'charek heeft politicologie gestudeerd aan de Universiteit van Amsterdam. In 2000 promoveerde zij aan het Belle van Zuylen Instituut (UvA) op een laboratoriumstudie naar het Human Genome Diversity Project. Sinds 1999 is ze als UD aangesteld bij de afdeling Politicologie en de afdeling Biologie van de UvA. Ze verzorgt een MA voor bèta-studenten over de maatschappelijke aspecten van wetenschap en technologie en verricht onderzoek op het gebied van het forensisch DNA bewijs, genetische diversiteit, gender en etniciteit. Momenteel ontwikkelt ze in samenwerking met Nico Leschot (AMC) een onderzoek naar de interferentie tussen de populatiegenetica en de klinische genetica.

Ik dank alle leden van het laboratorium, the Laboratory for Human genetics and Evolution in München. Zij maakten het mogelijk om een kijkje in hun keuken te nemen en zelfs een aantal van hun recepten uit te proberen. Mijn dank gaat ook Annemarie Mol, Hans-Jörg Rheinberger, Gert-Jan van Ommen, Olaf Posselt, Ruud Hendriks en Paul Wouters voor waardevol commentaar en genereuze suggesties. Deze paper heeft ook geprofiteerd van feedback en suggesties van deelnemers aan het symposium "Medische technologie en de productie van lichaamsbeelden", gehouden in december 2001 in Amsterdam. Tot slot dank ik de Deutscher Akademischer Aus-

tauschdienst (DAAD) en de Nederlandse Organisatie voor Wetenschappelijk Onderzoek (NWO) die zo vriendelijk waren om mijn onderzoek in München te financieren.

- 1 Dit citaat laat zien dat het de genetische diversiteit is dat als object van conservering geldt en niet zo zeer de diversiteit op zich. Met andere woorden niet het lot van de bevolkingsgroepen, maar dat van de genetische erfenis die zij met zich mee dragen, stond aan het begin van dit project centraal. Cavalli-Sforza (1993) is ook te vinden op het Internet: <http://www.stanford.edu/group/morrinst/HGDP-FAQ>. Deze versie is een andere dan die ik in 1995 van de auteur ontving. Mijn referenties zijn gebaseerd op laatstgenoemde versie.
- 2 Luke Holland (producer), *The Gene Hunters* (Zef Productions 1995). Deze documentaire werd in juni 1995 op de Nederlandse televisie uitgezonden.
- 3 Interview met auteur op 4 februari 1997 in het Laboratory for Evolution and Human Genetics in München. De interviews zijn op band opgenomen. Voor de leesbaarheid en duidelijkheid van de citaten zijn uitdrukkingen als “uhh” en “ehh” en pauzes in het gesprek weggelaten. Ook halve zinnen of zinnen die te breedspakig zijn, zijn opnieuw geformuleerd. Voor het doel van deze analyses is deze extra informatie niet relevant.
- 4 Persoonlijk gesprek met auteur tijdens een congres: *Postgenomics? Historical, Techno-Epistemic and Cultural Aspects of Genome Projects* (Max Planck Institute for the History of Science, 8-11 juli 1998, Berlijn).
- 5 Knorr-Cetina (1995: 146) stelt dat “laboratories allow for some kind of ‘homing in’ of natural processes; the processes are ‘brought home’ and made subject only to local conditions of the social order.”
- 6 Het bepalen van de aanwezigheid, stabiliteit en hoeveelheid van DNA.
- 7 Interview met auteur, gehouden op 11 maart 1997 in het Laboratory for Evolution and Human Genetics in München.
- 8 Voor het bepalen van bloedgroepen en van diversiteit op het eiwitniveau werd bloed in die tijd op wereldschaal verzameld. “By the mid-1960s, a large number of clear cut biochemical variations were known, including more than a dozen inborn errors of metabolism arising from probable enzyme deficiencies, and so were numerous haemoglobin and blood-serum protein variants” (Kevles 1991:15).
- 9 Het zogenoemde bloedtype-onderzoek, het onderzoek naar genetische diversiteit op basis van variatie van bloedtype, was reeds tijdens WO I geïntroduceerd door het Poolse echtpaar Hirszfeld. Bloed werd op grote schaal onderzocht gedurende de twintigste eeuw, niet alleen om genetische verwantschap te reconstrueren, maar ook in het onderzoek naar erfelijke genetische afwijkingen (Kevles 1985: 202-204).
- 10 Over de rituelen van het begraven van placenta’s in Nieuw-Guinea, zie Strathern (1992: 128). Over rituelen in de wetenschap zie Jordan & Lynch (1992: 77-114).
- 11 Zie bijvoorbeeld Cann et al., (1987: 32). Voor hun studie ontvingen zij 98 placenta’s van een nabijgelegen ziekenhuis in de Verenigde Staten.
- 12 Ik gebruik de notie ‘distributed activity’ om te benadrukken dat er geen centrale actor is die gaat over insluiting en uitsluiting en dat ras ingebed is in een “nothing strange going on” soort praktijk. Zie ook Star (1995) en Timmers & Berg (1997) die de notie van ‘distributed activities’ gebruiken om formalisaties en standaardisaties te onderzoeken.
- 13 Ik dank Ruud Hendriks voor deze suggestie en voor feedback op een eerdere versie van dit artikel.
- 14 Dr. Allan Bankier, telefonische conversatie met auteur op 17 november 1998.



- 15 Ik dank professor Piet Borst en Suzanne Bakker van het Antoni van Leeuwenhoek Ziekenhuis die mij op deze paper wezen en een kopie beschikbaar hebben gemaakt.
- 16 Een indicatie hiervoor wordt gegeven in een paper van Jacques Drouin, een collega en co-auteur van de Anderson paper. Daarin wordt melding gemaakt van placenta-DNA dat gebruikt wordt voor het produceren van de eerste mtDNA kaart (Anderson). Dezelfde placentacellen werden verkregen van een Brits ziekenhuis zo stelt Drouin (Drouin 1980: 15-16).
- 17 Over hoe deze eigenschap een probleem werd, zie het elegante artikel van Hannah Landecker (2001). De HeLa cellen blijken zo snel te groeien dat ze complete laboratoriumruimtes en andere celculturen hebben gecontamineerd.
- 18 Interview met auteur, gehouden op 11 maart 1997 in het Laboratory for Evolution and Human Genetics in München.
- 19 Over deze wijze van overerving bestaat er een controverse, zie M'charek 2000b.

## Literatuur

- Anderson, S. et al.  
1981 Sequence and organization of the human mitochondrial genome. *Nature* 290: 457-65.
- Andrews, R.M. et al.  
1999 Reanalyses and revision of the Cambridge Reference Sequence for Human Mitochondrial DNA. *Nature Genetics* 2: 147.
- Cann, R.L., M. Stoneking & A.C. Wilson  
1987 Mitochondrial DNA and human evolution. *Nature* 325: 31-36.
- Cavalli-Sforza, L.L.  
1993 Answers to frequently asked questions about the Human Genome Diversity Project. Stanford: The North American Committee.
- Clarke, A.E.  
1995 Research materials and reproductive science in the United States, 1910-1940. In: S.L. Star (ed.), *Ecologies of knowledge: work and politics in science and technology*. New York: State University of New York Press, pp. 183-226.
- Dickson, D.  
1996 Whose genes are they anyway? *Nature* 381: 11-14.
- Drouin, J.  
1980 Cloning of human mitochondrial DNA in *Escherichia coli*. *Journal of Molecular Biology* 140: 15-34.
- Fujimura, J.  
1992 Crafting science: Standardized packages, boundary objects, and "translation". In: A. Pickering (ed.), *Science as practice and culture*. Chicago: University of Chicago Press, 168-211.  
1995 Ecologies of action: Recombining genes, molecularizing cancers, and transforming biology. In: S.L. Star (ed.), *Ecologies of knowledge: Work and politics in science and technology*. New York: State University of New York Press, pp. 302-47.
- Gyllensten, U., D. Wharton, A. Josefsson & A.C. Wilson  
1991 Paternal inheritance of mitochondrial DNA in mice. *Nature* 353: 255-57.

- Hannaford, I.  
 1996 *Race: The history of an idea*. Baltimore: The Johns Hopkins University Press.
- Handt, O., S. Meyer & A. von Heaseler  
 1998 Compilation of Human mtDNA control region sequences. *Nucleic Acids Research* 26: 126-29.
- Haraway, D.J.  
 1991 A cyborg manifesto: Science, technology and socialist-feminism in the late twentieth century. In: D. Haraway (ed.), *Simians, cyborgs, and women: The reinvention of nature*. London: Free Association Books, pp. 149-81.  
 1997 *Modest witness @second\_millennium. FemaleMan© meets OncoMouse™: Feminism and technoscience*. New York/London: Routledge.
- Hayden, C.  
 1998 A biodiversity sampler for the millennium. In: S. Franklin & H. Ragoné (eds.), *Reproducing reproduction: Kinship, power, and technological innovation*. Philadelphia: University of Pennsylvania Press, pp. 173-206.
- Hirschauer, S. & A. Mol  
 1995 Shifting sexes, moving stories: Feminism, constructivism, dialogues. *Science, Technology & Human Values* 20: 368-85.
- HUGO  
 1994 The Human Genome Diversity (HGD) Project: Summary document. Sardinia: Human Genome Organisation (12 November).
- Jones, H.W., Jr.  
 1997 Record of the first physician to see Henrietta Lacks at the Johns Hopkins Hospital: History of the beginning of the HeLa cell line. *American Journal of Obstetrics and Gynaecology* 176: 227-28.
- Jordan, K. & M. Lynch  
 1992 The sociology of a genetic engineering technique: Rituals and rationality in the performance of the "plasmid prep". In: A. Clarke & J. Fujimura (eds), *The right tool for the job: At work in twentieth-century life sciences*. Princeton: Princeton University Press, pp. 77-114.  
 1998 The dissemination, standardization, and routinization of a molecular biological technique. *Social Studies of Science* 28: 773-801.
- Kaneda, H.  
 1995 Elimination of paternal mitochondrial DNA in intraspecific crosses during early mouse embryogenesis. *Proceedings of the National Academy of the United States of America*. 92: 4542-46.
- Kevles, D.J.  
 1985 *In the name of eugenics: Genetics and the issue of human heredity*. Cambridge: Harvard University Press.  
 1992 Out of eugenics: The historical politics of the human genome. In: D.J. Kevles & L. Hood (eds), *The code of codes: Scientific and social issues in the Human Genome Project*. Cambridge: Harvard University Press, pp. 3-36.
- Knorr-Cetina, K.  
 1995 Laboratory studies: The cultural approach to the study of science. In: S. Jasanoff, G.E. Markle, J. Petersen & T. Pinch (eds.), *Handbook of science and technology studies*. Thousand Oaks/London/New Delhi: Sage, pp. 140-66.

- Krings, M., et al.  
 1997 Neanderthal DNA sequences and the origin of modern humans. *Cell* 90 (July): 19-30.
- Landecker, H.  
 2001 Immortality in vitro: A history of the HeLa Cell Line. In: P. Brodwin (ed.), *Biotechnology and culture: Bodies, anxieties, ethics*. Bloomington: Indiana University Press, pp. 53-75.
- Latour, B.  
 1987 *Science in action: How to follow scientists and engineers through society*. Cambridge: Harvard University Press.
- Latour, B. & S. Woolgar  
 1979 *Laboratory life: The social construction of scientific facts*. Beverly Hills: Sage.
- Lewontin, R.C.  
 1995 *Human diversity*. New York: Scientific American Book.
- Lynch, M.  
 1985 *Arts and artifacts in laboratory science: A study of shop work and shop talk in a research laboratory*. London/Boston: Routledge & Kegan Paul.  
 1992 The external retina: Selection and mathematization in the visual documentation of objects in the life sciences. In: M. Lynch & S. Woolgar (eds), *Representation in scientific practice*. Cambridge: The MIT Press, pp. 153-86.  
 1995 Laboratory space and the technological complex: An investigation of topical contexts. In: S.L. Star (ed.), *Ecologies of knowledge: Work and politics in science and technology*. New York: State University of New York Press, pp. 226-57.
- Martin, E.  
 1987 *The woman in the body: A cultural analysis of reproduction*. Boston: Beacon Press.
- M'charek, A.  
 2000a Technologies of population: Forensic DNA testing practices and the making of differences and similarities. *Configurations* 8: 121-58.  
 2000b *Technologies of similarities and differences: On the interdependence of nature and technology in the Human Genome Diversity Project*. Amsterdam: Thesis.
- Mol, A.  
 1990 Sekse, rijkdom en bloedarmoede: Over lokaliseren als strategie. *Tijdschrift voor Vrouwenstudies* 42: 142-57.  
 2000 Pathology and the clinic: An ethnography of two atheroscleroses. In: M. Lock & A. Cambrosio (eds), *Intersections: Living and working with the new medical technologies*. Cambridge: Cambridge University Press, pp. 82-103.
- Mol, A. & J. Law  
 1994 Regions, networks and fluids: Anaemia and social topology. *Social Studies of Science* 24: 641-71.
- Olivo, P.D. et al.  
 1983 Nucleotide sequence evidence for rapid genotypic shift in the bovine mitochondrial DNA D-Loop. *Nature* 306: 400-02.
- Oudshoorn, N.  
 1994 *Beyond the natural body: An archaeology of sex hormones*. London/New York: Routledge.
- Pasveer, B.  
 2001 Dubbel zien: medische technologie en de verbeelding van het lichaam. *Medische Antropologie* 13 (1): 153-64.

- Ploeg, I. van der  
 1998 *Prostetic bodies*. Universiteit van Maastricht: Dissertatie.
- Rheinberger, H-J.  
 1997 Von der Zelle zum Gen: Repräsentationen der Molekularbiologie. In: H.-J. Rheinberger, M. Hagner & B. Wahrig-Schmidt (Hrsg.), *Räume des Wissens: Repräsentation, Codierung, Spur*. Berlin: Akademie Verlag, pp. 265-79.  
 1999 Experimental systems: Historiality, narration, and deconstruction. In: M. Biagioli (ed.), *The science studies reader*. London: Routledge, pp. 417-429.  
 2001 *Experimentalsysteme und epistemische Dinge: Eine Geschichte der Proteinsynthese im Reagenzglas*. Göttingen: Wallstein Verlag.
- Roberts, L.  
 1991 A genetic survey of vanishing peoples. *Science* 252 (June): 1614-17.
- Sanger, F. & A.R. Coulson  
 1975 A rapid method for determining sequences in DNA by primed synthesis with DNA polymerase. *Journal of Molecular Biology* 94: 441-448.
- Sanger, F. et al.  
 1977 DNA sequencing with chain-terminating inhibitors. *Proceedings of the National Academy of Science of the United States of America* 74 (December): 5463-5467.
- Star, S.L.  
 1991 Power, technology and the phenomenology of conventions: On being allergic to onions. In: J. Law (ed.), *A sociology of monsters: Power, technology and the modern World*. Oxford: Basil Blackwell, pp. 26-56.  
 1995 The politics of formal representations: Wizards, gurus, and organized complexity. In: S.L. Star (ed.), *Ecologies of knowledge: Work and politics in science and technology*. New York: State University of New York Press, pp.88-119.
- Stefano, P. de  
 1996 The X's and Y's of legal rights to genetic material. *IP-Worldwide: The magazine of Law and Polity for High Technology* 101: <http://ipmag.com/destefan.html>.
- Strathern, M.  
 1988 *The gender of the gift: Problems with women and problems with society in Melanesia*. Berkeley: University of California Press.  
 1991 *Partial connections*. Maryland: Rowman & Littlefield Publishers, Inc.  
 1992 *Reproducing the future: Anthropology, kinship and the new reproductive technologies*. Manchester: Manchester University Press.
- Thain, M. & M. Hickman (eds)  
 1996 *Penguin dictionary of biology*. London/New York: Penguin Books.
- Thorne, A.G. & M.H. Wolpoff  
 1992 The multiregional evolution of humans. *Scientific American*, April: 28-33.
- Timmermans S. & M. Berg  
 1997 Standardization in action: Achieving local universality through medical protocols. *Social Studies of Science* 27: 273-305.
- Wills, C.  
 1996 Another nail in the coffin of the multiple-origins theory? *Bioessays* 18: 1017-20.
- Zouros, E.  
 1994 An unusual type of Mitochondrial DNA inheritance in the blue mussel *Mytilus*. *Proceedings of the National Academy of Science of the United States of America* 91: 7463-67.