

Wie spreekt over ontwikkelingen in de vervangingsgeneeskunde zoals xenotransplantatie, stuit al snel op reacties als ‘onnatuurlijk!’, ‘in strijd met de menselijke waardigheid!’ of ‘in strijd met de integriteit van het dier!’

Vaak proberen wetenschappers of beleidsmakers deze emoties en vooroordelen te bestrijden door het geven van meer feitelijke informatie over de betreffende techniek. Op die manier hoopt men de onrust en de gevoelens van onbehagen bij het publiek te verminderen. In de praktijk van het debat leidt dit echter vaak tot een herhaling van zetten, wederzijds onbegrip en een defensieve houding bij het publiek.

In dit onderzoek van Hub Zwart wordt voor een andere strategie gekozen. Zijn uitgangspunt is dat het niet terecht is om de emotionele reacties rond biomedische ontwikkelingen als betekenisloos en ‘onhanteerbaar’ van de hand te wijzen. De kwaliteit van het debat heeft volgens hem meer baat bij een serieus onderzoek naar de aard van deze reacties. Zwart doet dat door aan de hand van enkele literaire werken publieke discussies rond vervangingsgeneeskunde uit het verleden te bestuderen. Daarbij wordt duidelijk dat de debatten die wij momenteel voeren over onder andere xenotransplantatie en de argumenten die we daarin gebruiken niet op zichzelf staan, maar uitingen zijn van een nieuwe fase in de geschiedenis van de vervangingsgeneeskunde.

Tussen euforie en onbehagen

Tussen euforie en onbehagen

Geschiedenis en toekomst van de transplantatiegeneeskunde

Het Rathenau Instituut is een onafhankelijke organisatie die tot taak heeft maatschappelijke en politieke oordeelsvorming te ondersteunen rond vraagstukken die te maken hebben met wetenschappelijke en technologische ontwikkelingen. Het instituut geeft opdracht om de vraagstukken van de verschillende thema's breed te onderzoeken. Het resultaat van deze onderzoeken en discussies is een Werkdocument, Studie, Rapportage aan het parlement of Bericht aan het parlement.

W *De inhoud van een Werkdocument ondersteunt het werk(programma) van het instituut. Het is bijvoorbeeld het resultaat van de verkenning van nieuwe onderwerpen of het resultaat van onderzoek naar methoden van technology assessment of naar een specifiek thema als onderdeel van een veelomvattender project.*

S *De Studie bevat een weergave van de resultaten van een project. Hiermee beoogt het Rathenau Instituut een bijdrage te leveren aan politieke oordeelsvorming en maatschappelijk debat.*

R *In de Rapportage (aan het parlement) presenteert het Rathenau Instituut opties en aandachtspunten aan het parlement, ter ondersteuning van de beleidsvorming.*

B *Een Bericht aan het parlement informeert het parlement snel en gericht over de uitkomsten van onderzoeken en discussies.*

Wie was Rathenau?

Het Rathenau Instituut is genoemd naar professor dr. G.W. Rathenau (1911-1989). Rathenau was achtereenvolgens hoogleraar experimentele natuurkunde in Amsterdam, directeur van het natuurkundig laboratorium van Philips in Eindhoven en lid van de Wetenschappelijke Raad voor het Regeringsbeleid. Professor Rathenau kreeg landelijk bekendheid als voorzitter van de commissie die in 1978 de maatschappelijke gevolgen van de opkomst van micro-elektronica moest onderzoeken. Een van de aanbevelingen in het rapport was de wens te komen tot systematische bestudering van de maatschappelijke betekenis van technologie. De activiteiten van professor Rathenau hebben er toe bijgedragen dat in 1986 de Nederlandse Organisatie voor Technologisch Aspectenonderzoek (NOTA) werd opgericht. NOTA is op 2 juni 1994 omgedoopt in Rathenau Instituut.

Tussen euforie en onbehagen

**Geschiedenis en toekomst van de
transplantatiegeneeskunde**

© Rathenau Instituut, Den Haag, 2001

Rathenau Instituut
Koninginnegracht 56

Correspondentieadres:
Postbus 85525
2508 CE Den Haag

Telefoon 070 - 342 15 42
Telefax 070 - 363 34 88
E-mail info@rathenau.nl
Website: www.rathenau.nl

Uitgever Rathenau Instituut: Carla Huisken
Basisvormgeving: Hennie van der Zande, Amsterdam
Grafische productie: Herbschleb & Slebos, Monnickendam
Pre-press en druk: Meboprint, Amsterdam
Bindwerk: Meeuwis, Amsterdam
Vertaling Summary: Writewell, Amsterdam

Dit boek is gedrukt op kringlooppapier

Eerste druk: november 2001

ISBN nummer 90 8067 721 3

Deze publicatie kan als volgt worden aangehaald:
Hub Zwart. *Tussen Euforie en Onbehagen: geschiedenis en toekomst van de transplantatiegeneeskunde*. Den Haag: Rathenau Instituut, 2001; Werkdocument 83.

Preferred citation:
Hub Zwart. *Tussen Euforie en Onbehagen: geschiedenis en toekomst van de transplantatiegeneeskunde*. Den Haag: Rathenau Instituut, 2001; Werkdocument 83.

Niets uit deze uitgave mag worden veelevoudigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie of op welke wijze dan ook, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van het Rathenau Instituut.

No part of this book may be reproduced in any form, by print, photo-print, microfilm or any other means without prior written permission of the holder of the copyright.

Tussen euforie en onbehagen

Geschiedenis en toekomst van de transplantatiegeneeskunde

Auteur:
Hub Zwart

Projectcoördinatie:
dr. Koos van der Bruggen
drs. Gert van Dijk

Werkdocument 83
November 2001

Bestuur Rathenau Instituut

dr. C.J. Kroese (voorzitter)

mw. prof.dr. I. de Beaufort

ir. P.P. 't Hoen

prof.dr. W.K.B. Hofstee

mw. dr. B.E.C. Plesch

mw. mr. J.A. Schaap

prof.ir. E.J. Tuininga

prof.dr. W. van Vierssen

dr. D. van Zaane

Voorwoord


In het debat over biotechnologische ontwikkelingen spelen emotionele reacties een grote rol. Wie bijvoorbeeld spreekt over ontwikkelingen in de vervangingsgeneeskunde zoals xenotransplantatie, stuit al snel op reacties als 'onnatuurlijk!', 'in strijd met de menselijke waardigheid!' of 'in strijd met de integriteit van het dier!'

Er zijn verschillende manieren om met dergelijke reacties om te gaan. Wat vaak gebeurt is dat wetenschappers of beleidsmakers proberen de emoties en vooroordelen te bestrijden door het geven van meer feitelijke informatie over de betreffende techniek. Op die manier hoopt men de onrust en de gevoelens van onbehagen bij het publiek te verminderen. In de praktijk van het debat leidt dit echter vaak tot een herhaling van zetten, wederzijds onbegrip en een defensieve houding bij het publiek. Mensen voelen zich niet serieus genomen omdat ze het gevoel hebben dat hun emoties niet worden gerespecteerd en dat het debat wordt gevoerd in een taal die daarvan losstaat en hen daarom niet aanspreekt.

In dit onderzoek van Hub Zwart – uitgevoerd in het kader van het project 'Het tekort voorbij? De toekomst van vervangingsgeneeskunde' – wordt voor een andere strategie gekozen.

Het uitgangspunt van Zwart is dat het niet terecht is om het onbehagen en de emotionele reacties rond biomedische ontwikkelingen als betekenisloos en 'onhanteerbaar' van de hand te wijzen. De kwaliteit van het debat is volgens hem meer gebaat bij een serieus onderzoek naar de aard van deze reacties. Zwart doet dat door aan de hand van enkele literaire werken publieke discussies rond vervangingsgeneeskunde uit het verleden te bestuderen. Daarbij wordt duidelijk dat de debatten die wij momenteel voeren over onder andere xenotransplantatie en de argumenten die we daarin gebruiken niet op zichzelf staan, maar uitingen zijn van een nieuwe fase in de geschiedenis van de vervangingsgeneeskunde. Ook blijkt dat de reacties op de introductie van nieuwe technieken vrijwel altijd op dezelfde wijze verlopen.

Wij hopen dat de inzichten uit dit onderzoek de kwaliteit van het debat over biomedische ontwikkelingen kan bevorderen. De emotionele schrik- en droombeelden die nieuwe technieken vaak vergezellen en die nu vaak terzijde worden geschoven, kunnen dan in het debat mogelijk vertaald worden en leiden tot een andere houding ten opzichte van ontwikkelingen in die techniek.

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'C.J. Kroese', written in a cursive style.

Dr. C.J. Kroese
Voorzitter bestuur Rathenau Instituut

Inhoud

| | |
|---|-----------|
| Voorwoord | 5 |
| Samenvatting | 9 |
| Inleiding | 13 |
| 1 Vroege geschiedenis van orgaanrecycling: kannibalisme, relikwie-verering en anatomische lessen | 23 |
| 2 Het lichaam als aggregaat | 31 |
| 3 Frankenstein als een roman over wetenschap | 35 |
| 4 Frankenstein als een roman over gevoelens | 43 |
| Project 1: Bloedtransfusie (Karl Landsteiner) | 48 |
| Project 2: Testikeltransplantatie | 50 |
| Project 3: Anastomose en orgaanpreservatie (Alexis Carrel) | 52 |
| Project 4: 'Creating life in the laboratory' (Jacques Loeb) | 53 |
| Project 5: Laboratoriumliteratuur (H.G. Wells c.s.) | 55 |
| Project 6: Transplantatiegeneeskunde | 59 |
| Project 7: Embryo's in vitro en de opkomst van de ethicus | 61 |
| Project 8: Transplantatiegeneeskunde (vervolg) | 63 |
| Project 9: Xenotransplantatie | 65 |
| Project 10: Vervangende geneeskunde (tissue engineering) | 66 |
| 5 De moraal van het verhaal | 71 |
| Summary | 75 |
| Literatuur | 79 |

Samenvatting

De geschiedenis van de geneeskunde als geheel, maar ook van haar subdisciplines, volgt een min of meer vast patroon. Het begint met een kleinschalige, heroïsche fase: het tijdperk van de pioniers, die regelmatig twijfelen aan de zinvolheid van hun initiatief. Dan volgt een periode van optimisme of zelfs euforie, die echter vroeg of laat plaats maakt voor scepsis of zelfs stagnatie. De betrokkenen gaan op zoek naar alternatieven. Dit geldt ook voor de transplantatiegeneeskunde.

De beginfase (de heroïsche fase) is het tijdperk van de kleine getallen. Hierin beperkt men zich tot transplantatie van nieren afkomstig van levende donoren (lees: naaste verwanten), in eerste instantie zelfs tot transplantatie bij eeneiige tweelingen. Het is in deze fase niet gemakkelijk onbeschadigde donororganen te bemachtigen, vooral omdat men vrijwel volledig afhankelijk is van een in omvang zeer beperkte donorpopulatie. De uitwisseling van organen vindt in stilte plaats, tussen donoren en ontvangers die elkaar persoonlijk kennen en min of meer gelijktijdig een operatieve ingreep ondergaan. Donor en ontvanger bevinden zich letterlijk in elkaars nabijheid.

Na het voorzichtige begin in de jaren vijftig, volgt in de jaren zestig een periode van optimisme en progressie, resulterend in de eerste harttransplantatie door Christiaan Barnard, een bij uitstek *zichtbare* gebeurtenis, die internationaal veel aandacht trekt. In de jaren zeventig maakt dit optimisme plaats voor stagnatie, maar vanaf 1980 volgt eindelijk een tijdperk van exponentiële groei. De snelle toename van het aantal transplantaties wordt mede mogelijk gemaakt door de introductie van het hersendoodcriterium in 1968, niet lang nadat Barnard zijn eerste harttransplantatie uitvoerde. Vanaf dat moment kan de transplantatiegeneeskunde gebruik maken van organen die afkomstig zijn van hersendode donoren. Spoedig worden de voordelen van dit concept voor de transplantatiegeneeskunde duidelijk. De levende donor (in de regel een verwante van de patiënt) maakt plaats voor de anonieme hersendode donor, de donor op afstand, die in vrijheid besluit om, in geval van overlijden, zijn of haar lichaam voor transplantatiedoeleinden beschikbaar te stellen. Transplantatie vindt niet langer in stilte plaats. Er wordt publiekelijk een beroep gedaan op burgers om hun lichaam beschikbaar te stellen voor orgaanrecycling. Individuen zijn verzamelingen geworden van voor anderen in potentie nuttige organen. Beschadiging van donororganen door zuurstofgebrek kan worden voorkomen.

In de publieke respons op deze ontwikkelingen is sprake van enthous-

siasme, maar ook van angst en onbehagen. Deze reacties zijn het gevolg van de plotselinge *zichtbaarheid* van ontwikkelingen die zich tot op dat moment in betrekkelijke laboratoriumstille hadden voltrokken. Het maatschappelijk debat dat volgt beantwoordt, zo lijkt het, aan een geïkt patroon. Enerzijds zijn er de ‘tegenstanders’ van biotechnologie die de ontwikkelingen willen afremmen of stopzetten. In hun discussiebijdragen spelen *beelden* (concrete afbeeldingen van biotechnologische gedachten, maar ook literaire beelden zoals ‘Frankenstein’) een cruciale rol. Anderzijds zijn er de ‘voorstanders’ die menen dat de weerstand van critici op emotionaliteit, ‘technofobie’ en gebrek aan deskundige informatie berust. Datgene wat voor de betrokken onderzoekers het resultaat van langdurig onderzoek is, en een onvermijdelijk gevolg van eerdere initiatieven, komt voor de buitenwacht vrij plotseling ter wereld, als het ware *uit het niets*.

Sommige gebeurtenissen hebben tijd nodig om zichtbaar te worden en tot het publieke bewustzijn door te dringen. Datgene wat tot voor kort laboratoriumarbeid was, begint zich nu in onze wereld te nestelen. De transplantatiegeneeskunde is daar een voorbeeld van. De biotechnologie bereikt ons eigen lichaam, en dat roept morele reserves op. De gedachte dat ons lichaam ‘onaantastbaar’ is, zoals Artikel 11 van de Grondwet het formuleert, is een intuïtie met een lange voorgeschiedenis die zich niet zomaar ongedaan laat maken.

De geschiedenis van onze morele intuïties krijgt in dit rapport de nodige aandacht. Vertrekpunt is de filosofische overtuiging dat we, om actuele problemen en conflicten te begrijpen, er goed aan doen de *geschiedenis* van deze problemen en conflicten te bestuderen. Om de biotechnologische revolutie in de transplantatiegeneeskunde, en de morele reserves die deze revolutie oproept te begrijpen, moeten we de *geschiedenis* bestuderen van de frictie tussen lichaamservaring en technologische innovatie, tussen het integriteitsprincipe enerzijds en de toenemende plasticiteit van ons lichaam (als gevolg van biotechnologische ontwikkelingen) anderzijds. De wens om het menselijk lichaam voor allerlei doeleinden te hergebruiken, heeft een lange geschiedenis waarin bijvoorbeeld de middeleeuwse relikwie-praktijken of de vroeg-moderne anatomie-praktijken opmerkelijke hoofdstukken vormen. De betreffende praktijken stonden op gespannen voet met het integriteitsprincipe dat stelt dat het menselijk lichaam de anderen, de nabestaanden, de *survivors* niet van nut mag zijn, en dat zich bovendien *met nadruk* uitstrekt tot voorbij het moment van overlijden (Zwart & Hoffer 1998). Lichaamsrecycling in geval van overlijden wordt van de hand gewezen of minstens ontmoedigd. Daar komt bij dat hergebruik van lichaamsmateriaal eeuwenlang gehinderd werd door hardnekkige twijfels omtrent de betrouwbaarheid van traditionele doodscriteria zoals polsslagen, hartslag, lichaamskleur en ademhaling. Hoe kon men zeker weten dat iemand die niet meer ademt, wiens hart niet meer klopt of die lijkleek ziet, dood is? Zoals aarzelingen

omtrent de hersendood de hedendaagse transplantatiegeneeskunde hinderen, zo was de angst om te vroeg dood verklaard te worden eeuwenlang weinig bevorderlijk voor vormen van medisch hergebruik (zoals anatomisch onderzoek).

Hergebruik van lichaamsmateriaal heeft door de eeuwen heen uiteenlopende reacties opgeroepen, variërend van angst tot euforie, van enthousiasme tot onbehagen. In dit rapport worden deze reacties aan hand van wetenschappelijke en literaire teksten bestudeerd. De actuele discussie over vervangende geneeskunde of vervangingsgeneeskunde (*tissue engineering, substitution medicine*) wordt daarbij als het meest recente hoofdstuk van een lange geschiedenis opgevat. Twee literaire klassiekers zullen als leidraad functioneren. Terwijl in *Le Rêve de d'Alembert* van Denis Diderot met enthousiasme wordt vastgesteld dat ons lichaam een aggregaat van uitwisselbare onderdelen is, schenkt *Frankenstein* van Mary Shelley met nadruk aandacht aan de gevoelens van horror en onbehagen die door deze gedachte worden opgeroepen. De teksten van Diderot en Shelley zijn niet zozeer beschrijvingen van feitelijke gebeurtenissen als wel anticipaties op toekomstige mogelijkheden, waarbij voor de verbeelding een belangrijke rol is weggelegd. Ze beschrijven de problematiek *in statu nascendi*. Terwijl de *life sciences* in werkelijkheid een groot aantal disciplines en praktijken omvatten, worden ze in deze teksten als het ware tot één dramatische gebeurtenis gecomprimeerd. In de werkelijke geschiedenis van de biowetenschappen valt het project 'Frankenstein' (of 'd'Alembert') in een groot aantal deelprojecten uiteen. Een aantal van deze deelprojecten zal ik kort beschrijven en van commentaar voorzien. Het betreft belangrijke biotechnologische innovaties die de uitwisselbaarheid van lichaamsmateriaal bevorderden, zoals de ontdekking van bloedgroepen door Landsteiner of de prestaties op het gebied van *tissue culture* van Alexis Carrel. Ook aan de literaire verbeelding, die deze biotechnologische ontwikkelingen als het ware begeleid, met name de romans van H.G. Wells, schenken we aandacht. Bij elkaar opgeteld bekrachtigen deze deelprojecten een *Gesamtbild*, namelijk het beeld van het menselijk lichaam als een aggregaat van vervangbare en uitwisselbare onderdelen, een schrikbeeld voor de een, een droombeeld voor de ander. Aan dit beeld, dit *Gesamtbild* wordt het publiek door berichten over concrete biotechnologische ontwikkelingen herinnerd. Dit *beeld*, meer dan de concrete biotechnologische innovaties waarvan de media bij tijd en wijle melding maken, activeert gevoelens van bezorgdheid dan wel enthousiasme bij de buitenwacht.

Inleiding

De geschiedenis van de geneeskunde als geheel, maar ook van haar subdisciplines, volgt een min of meer vast patroon. Het begint met een kleinschalige, heroïsche fase: het tijdperk van de pioniers, die regelmatig twifelen aan de zinvolheid van hun initiatief. Dan volgt een periode van optimisme of zelfs euforie, die echter vroeg of laat plaats maakt voor scepsis of zelfs stagnatie. De betrokkenen gaan op zoek naar alternatieven. Dit geldt ook voor de transplantatiegeneeskunde. Christiaan Barnard is ongetwijfeld de beroemdste transplantatiechirurg, maar Thomas E. Starzl, zoon van een *science fiction*-schrijver, is een goede tweede. In 1967, wanneer Barnard zijn eerste harttransplantatie uitvoert, experimenteert Starzl met levertransplantaties, bij honden, apen en patiënten. Hij publiceerde ongeveer 2000 artikelen, een kleine driehonderd bijdragen en vier boeken. In 1992 verschijnen zijn memoires. Dit aangrijpende document leest als een roman en brengt de 'heroïsche fase' van de transplantatiegeneeskunde voor het voetlicht. Het is een verhaal van ontberingen, armoede, ziekten (hepatitis-B, chronische vermoeidheid, hartklachten), institutionele conflicten, privé-problemen en extreem lange werktijden (toen hij zijn eerste levertransplantaties uitvoerde sliep Starzl gemiddeld twee uur per nacht). Hij transplanteerde zijn eerste menselijke lever op 1 maart 1963. Begin 1969 had hij al 26 levertransplantaties verricht. De resultaten waren echter bedroevend en Starzl legde zichzelf een moratorium op. In 1972 is de stagnatie in de transplantatiegeneeskunde compleet. Starzl aanvaardt een bestuurlijke functie voor een periode van acht jaar. Het optimisme van de jaren zestig maakt plaats voor het pessimisme van de jaren zeventig. In de pers verschijnen horrorverhalen over transplantatie. De patiënt heeft in deze periode de keuze tussen te weinig medicatie (resultierend in afstoting van het geïmplanteerde orgaan) of teveel medicatie (resultierend in ondermijning van het immuunsysteem met infectieziekten of carcinomen als gevolg). Er bestaat geen veilige marge tussen infectie en afstoting. Totdat in 1980 medewerkers van het farmaceutische bedrijf Sandoz het 'wondermiddel' Cyclosporine ontdekken, waarmee afstotingsverschijnselen bij de ontvanger kunnen worden onderdrukt. Een nieuwe fase in de geschiedenis van de transplantatiegeneeskunde treedt in: het Cyclosporine-tijdperk. Starzl verhuist van Denver naar Pittsburgh en maakt een nieuwe start. Levertransplantatie is nu, dankzij Cyclosporine, geen *horror* meer, maar een reële optie.

Er loopt echter nog een tweede verhaallijn door Starzls autobiografie. Deze lijn betreft niet levertransplantatie, maar xenotransplantatie. Behalve dat hij dieren als proefdier gebruikt, probeert hij ze ook als donordier in te zetten, vanwege het chronische tekort aan geschikte

donororganen. Zijn dierexperimenten zijn bloederig en de meeste dieren – in de regel honden – overlijden tijdens de complexe ingreep of kort daarna, aan afstotingsreacties of infecties. Starzl beschrijft hoe in deze moeilijke periode transplantatiepioniers zoals Claude Hitchcock en Keith Reemtsma nieren afkomstig van bavianen en chimpansees bij nierpatiënten implanteren. Heftige afstotingsreacties zijn het resultaat. Ook Starzl besluit bij zes van zijn patiënten een bavianenier te implanteren. En in 1969 gebruikt hij een chimpansee als donordier voor een levertransplantatie. De resultaten zijn weinig opbeurend. Voor xenotransplantatie is het nog te vroeg. Het gebruik van mensapen stuit bovendien op ethische bezwaren. Starzl schrijft:

It became obvious that the most compatible animal donor, the chimpanzee, would be excluded from future consideration because of the threat to its extinction, and because its anthropomorphic qualities were increasingly recognized. The killing of such nearly human creatures came to be (and still is) regarded as an outrage. (p. 114).

Zijn meest controversiële xenotransplantatie verricht hij echter nadat hij zijn memoires al heeft geschreven. In 1992 implanteert hij een lever, afkomstig van een baviaan, bij een 35-jarige, seropositieve Hepatitis-B patiënt. Een horrorscenario is het gevolg. Gedurende zeventig dagen valt de patiënt ten prooi aan een lange reeks infecties, aandoeningen en complicaties, om tenslotte aan inwendige bloedingen te overlijden. Starzl zelf beschouwde de ingreep in zoverre als een ‘succes’ dat de lever zelf was blijven functioneren. Bij autopsie bleek bovendien dat celweefsel van het donordier zijn weg had gevonden naar de weefsels en organen van de ontvanger. Er werd met andere woorden ‘post-transplantation-chimerism’ geconstateerd: dierlijk en menselijk weefsel had zich vermengd (Starzl 1992, 1993).

Starzl beschrijft zichzelf als een ambitieus, maar moreel bewogen onderzoeker. Van meet af aan heeft hij aandacht voor de ethische aspecten van zijn vakgebied. Al in 1967 publiceert hij een bijdrage getiteld *Ethical problems in Organ Transplantation*. In zijn autobiografie gaat hij uitvoerig in op problemen rond donatie door levende verwanten en door gevangenen. Hij kiest partij in het debat over ‘randomized trials’ door te stellen dat het niet verdedigbaar is gebruik te maken van een controlegroep wanneer vooronderzoek uitwijst dat het experimentele middel effectiever is (zoals in het geval van Cyclosporine). De titel van zijn autobiografie – *Puzzle People* – verwijst naar de lichaamservaring van patiënten die een meervoudige orgaantransplantatie ondergaan en wie organen en implantaten op puzzelstukjes lijken.

In zijn autobiografie kunnen zoals gezegd, net als in de geschiedenis van de transplantatiegeneeskunde als geheel, een aantal fasen worden onderscheiden. De beginfase (de heroïsche fase) is het tijdperk van de

kleine getallen, aldus Derek De Solla Price (1963), grondlegger van de scientometrie (de wetenschap die de ontwikkeling van wetenschappelijke disciplines op kwantitatieve wijze onderzoekt). Starzl beperkt zich gedurende deze fase tot transplantatie van nieren afkomstig van levende donoren (lees: naaste verwanten), in eerste instantie zelfs tot transplantatie bij eeneiige tweelingen. Het is in deze fase niet gemakkelijk onbeschadigde donororganen te bemachtigen, vooral omdat men vrijwel volledig afhankelijk is van een in omvang zeer beperkte donorpopulatie. De *visibility* van de transplantatiegeneeskunde is op dat moment gering. De uitwisseling van organen vindt in stilte plaats, tussen donoren en ontvangers die elkaar persoonlijk kennen en min of meer gelijktijdig een operatieve ingreep ondergaan. Donor en ontvanger bevinden zich letterlijk in elkaars nabijheid. Anders gezegd, de afstand tussen donor en ontvanger is, zowel in sociaal als in ruimtelijk opzicht, minimaal. Deze elementen van transplantatie in de beginfase – gebruik van levende donoren, transplantatie van dubbelorganen (met name nieren en hoornvliezen), nabijheid van donor en ontvanger in sociale, spatiële en temporele zin – vormen als het ware één samenhangend beeld, één *Gesamtbild*, één *Gestalt*.

Na het voorzichtige begin in de jaren vijftig, volgt in de jaren zestig een periode van optimisme en progressie, resulterend in de eerste harttransplantatie door Christiaan Barnard, een bij uitstek *zichtbare* gebeurtenis, die internationaal veel aandacht trekt. In de jaren zeventig maakt dit optimisme plaats voor stagnatie, maar vanaf 1980 volgt eindelijk een tijdperk van exponentiële groei. De snelle toename van het aantal transplantaties wordt mede mogelijk gemaakt door de introductie van het hersendoodcriterium in 1968, niet lang nadat Barnard zijn eerste harttransplantatie uitvoerde. Vanaf dat moment kan de transplantatiegeneeskunde gebruik maken van organen die afkomstig zijn van hersendode donoren. Het concept hersendood komt voor het eerst in 1966 ter sprake tijdens een bijeenkomst van transplantatieartsen te Londen. Starzl schrijft dat de gedachte organen te 'oogsten' bij hersendode donoren hem aanvankelijk tegenstond: 'the idea appalled me because I envisioned that the care of a trauma victim could be jeopardized by virtue of his or her candidacy to become an organ donor'. Die vrees bleek onterecht. De kans op optimale medisch-technologische behandeling voor (met name) verkeersslachtoffers nam dankzij het hersendoodcriterium zelfs toe, aldus Starzl. Spoedig worden de voordelen van dit concept voor de transplantatiegeneeskunde duidelijk. De levende donor (in de regel een verwante van de patiënt) maakt plaats voor de anonieme hersendode donor, de donor op afstand, die in vrijheid besluit om, in geval van overlijden, zijn of haar lichaam voor transplantatiedoeleinden beschikbaar te stellen. De introductie van het hersendoodcriterium, aldus Starzl, 'was a boon to transplantation' (p. 150). Transplantatie vindt niet langer in stilte plaats. Er wordt publiekelijk een beroep gedaan op burgers om hun lichaam beschikbaar te stellen voor orgaanrecycling. Individuen zijn

verzamelingen geworden van voor anderen in potentie nuttige organen. Beschadiging van donororganen door zuurstofgebrek kan worden voorkomen.

In 1968 publiceert de *Harvard Ad Hoc Committee* haar rapport *Definition of Irreversible Coma* waarin het hersendoodcriterium wereldkundig wordt gemaakt. Dat deze gebeurtenis en de eerste harttransplantatie door Barnard temporeel gezien zo dicht bij elkaar liggen is geen toeval. Beide elementen, postmortale orgaantransplantatie enerzijds en het hersendoodcriterium anderzijds, vormen in feite één geheel. De introductie van Cyclosporine tien jaar later maakt het beeld, het *Gesamtbild* ('transplantatie-nieuwe-stijl'), compleet. De afstand tussen donor en ontvanger neemt toe, wat nog eens onderstreept wordt wanneer transplantatieteams zoals dat van Starzl de beschikking krijgen over vliegtuigen en helikopters. Beide verrichtingen (orgaanuitname en implantatie) hoeven niet langer in dezelfde ruimte of op hetzelfde tijdstip plaats te vinden. Het kleinschalige gebruik van donororganen afkomstig van levende verwanten maakt plaats voor een nieuwe fase waarin, dankzij Cyclosporine en het hersendoodcriterium, de exponentiële toename van het aantal transplantaties mogelijk wordt. Complicerende factoren zoals beschikbaarheid, afstand en tijd worden meer en meer beheersbaar.

In 1981 verrichten Starzl en zijn medewerkers 26 levertransplantaties in één jaar en 'the number would be doubled each year for the next five years' (1992, p. 245). Vanaf dat moment groeit de transplantatiegeneeskunde met andere woorden exponentieel, conform de scientometrische verwachting. In tijden van groei, aldus De Solla Price, zal het aantal meetbare (kwantificeerbare) elementen binnen een bepaald specialisme (zoals het aantal verrichtingen, het aantal patiënten, het aantal donoren, het aantal publicaties, het aantal specialisten, enzovoorts) om de zoveel tijd verdubbelen (de zogeheten 'verdubbelingstijd'). Na kleinschalig heroïsme en stagnatie begint nu het tijdperk van de grote getallen. 'An esoteric undertaking had become routine', aldus Starzl. Wat ooit een experimentele en dubieuze ingreep was, wordt nu door beleidsmakers en zorgverzekeraars erkend. In 1985 verricht Starzls team al 232 levertransplantaties.

Spoedig wordt echter duidelijk dat de postmortale uitwisseling van lichaamsmateriaal, ondanks Cyclosporine en het hersendoodcriterium, nog altijd aan beperkingen onderhevig is. De transplantatiegeneeskunde blijkt niet in staat om voldoende donoren te rekruteren. De bereidheid van burgers om in geval van overlijden als donor op te treden blijkt gering. Daar komt bij dat acute sterfte meer en meer plaats maakt voor sterfte na een langdurig ziekbed en intensief medicijngebruik, wat de conditie van donororganen niet ten goede komt. En ook na de introductie van Cyclosporine blijft afstoting een probleem. Zelfs als de transplantatie slaagt blijven ontvangers chronisch

afhankelijk van medicatie, met alle gevolgen voor hun kwaliteit van leven van dien. Daar komt bij dat politici en economen zich zorgen beginnen te maken over de exponentiële kostenstijgingen waarmee de nieuwe tansplantatiegeneeskunde gepaard gaat. Starzl wordt publiekelijk bekritiseerd door de Gouverneur van Colorado omdat hij een levertransplantatie verrichtte bij een zesenzeventigjarige patiënte. Kosten: \$ 240.000, ongeveer tienmaal het toenmalige modale jaarinkomen van een Amerikaans gezin. In het publieke debat over (grenzen aan) de gezondheidszorg zal nog vaak naar deze casus worden verwezen. Starzl begint uit te zien naar nieuwe technologische innovaties die een oplossing zouden kunnen bieden voor de problemen van de transplantatiegeneeskunde in het Cyclosporine-tijdperk.

Starzl speelt ook nu een 'heroïsche' rol door met xenotransplantatie te experimenteren. Met de bestaande middelen lijkt het echter niet mogelijk succes te boeken. Het wachten is op een grensverleggende technologische vernieuwing, die zich spoedig ook aandient in de vorm van genetische modificatie met behulp van recombinant DNA-technieken. Wat in Starzls memoires met nadruk ontbreekt, zijn de ontwikkelingen op het gebied van de genetica. Juist deze ontwikkelingen echter lijken een nieuwe fase in de transplantatiegeneeskunde mogelijk te maken, waarbij (althans volgens optimisten) zowel voor het probleem van de schaarste (het tekort aan donoren) als voor het afstotingsprobleem een oplossing zou kunnen worden gevonden. Pas als deze nieuwe technologische mogelijkheden beschikbaar komen is sprake van een nieuwe fase, een nieuw *Gesamtbild*. Zoals de levende verwante plaats maakte voor de anonieme hersendode donor, zo zou laatstgenoemde in de toekomst plaats kunnen maken voor het genetisch gemodificeerde donordier, en met behulp van *tissue engineering* zou de ontvanger zelf zijn eigen donor kunnen worden ('autotransplantatie'). Transplantatiegeneeskunde zou dan *vervangende* geneeskunde worden. Patiënten hoeven niet langer te wachten tot het moment waarop zij alleen nog met behulp van een kunstnier (dialyse) of een donornier (transplantatie) in leven kunnen blijven. Vroegtijdige vervanging of versterking van weefsels die beschadigd raakten of aan slijtage onderhevig zijn, wordt dan mogelijk. De grens tussen patiënt en gezond individu vervaagt. Allogransplantatie (transplantatie van organen afkomstig van menselijke donoren, in het meest extreme geval van donordieren) maakt dan plaats voor autotransplantatie, oftewel *substitution medicine*. Het 'post-Starzl' tijdperk is dan aanbroken.

Deze ontwikkelingen zijn het gevolg van de biotechnologische revolutie die omstreeks 1975 plaatsvond, juist toen de transplantatiegeneeskunde haar periode van crisis doormaakte. Ontwikkelingen die in eerste instantie op kleine schaal en binnen de muren van het laboratorium plaatsvonden, worden twintig jaar later zichtbaar voor het publiek, ze bereiken het publieke domein. Twintig jaar na dato wordt

het grote publiek met de gevolgen van de biotechnologische revolutie geconfronteerd. In tegenstelling tot de experts, moeten buitenstaanders (inclusief journalisten en opiniemakers) nog wennen aan de terminologie, de denkwijze, de impact van de nieuwe biotechnologie. Op 20 oktober 1997 bijvoorbeeld verschijnt in ochtendbladen het bericht dat de Britse wetenschapper professor J. Slack van de universiteit van Bath een techniek heeft ontwikkeld die op termijn zal kunnen leiden tot 'het scheppen van menselijke klonen zonder hoofd'. Transplantatieorganen zullen dan 'op bestelling kunnen worden aangemaakt', aldus een formulering in *De Gelderlander* van die datum. Voor patiënten die een transplantatie moeten ondergaan, zal men (lichaams)eigen organen kunnen kweken die in kunstmatige baarmoeders in leven kunnen worden gehouden. Daarmee zouden de twee belangrijkste problemen van de transplantatiegeneeskunde (namelijk het tekort aan donororganen en afstoting van lichaamsvreemd materiaal) tot het verleden behoren. Men zou 'organen op maat' kunnen aanmaken met behulp van 'gedeeltelijke embryo's' – want om juridische en ethische problemen te omzeilen zullen hersenen en centraal zenuwstelsel ontbreken, aldus het bericht. In dezelfde periode verschijnen berichten over xenotransplantatie, genetische modificatie van voedsel ('Frankenstein Food') en kloneren. In de discussie die volgt, spelen verwijzingen naar literaire archetypen zoals 'Frankenstein' en 'Brave New World' een belangrijke rol.

In de publieke respons op deze ontwikkelingen is sprake van enthousiasme (de suggestie wordt gewekt dat dankzij biotechnologie de chronische problemen van met name de transplantatiegeneeskunde en de voortplantingsgeneeskunde spoedig tot het verleden zullen behoren), maar ook van *public fear* en onbehagen. Deze reacties zijn het gevolg van de plotselinge *zichtbaarheid* van ontwikkelingen die zich tot op dat moment in betrekkelijke laboratoriumstilte hadden voltrokken. De nieuwe mogelijkheden zijn het resultaat van omvangrijke onderzoeksprogramma's waarvan de resultaten plotseling vertaalbaar blijken in concrete medische oplossingen. Het maatschappelijk debat dat volgt beantwoordt, zo lijkt het, aan een geijkt patroon. Enerzijds zijn er de 'tegenstanders' van biotechnologie die de ontwikkelingen willen afremmen of stopzetten. In hun discussiebijdragen spelen *beelden* (concrete afbeeldingen van biotechnologische gedochten, maar ook literaire beelden zoals 'Frankenstein') een cruciale rol. Anderzijds zijn er de 'voorstanders' die menen dat de weerstand van critici op emotionaliteit, 'technofobie' en gebrek aan deskundige informatie berust. Deze tegenstelling onderstreept het proces van vervreemding tussen wetenschap en buitenwacht dat ongeveer tweehonderd jaar geleden begon, toen publieksvriendelijk wetenschappelijk amateurisme ('salonwetenschap') plaatsmaakte voor onderzoek door wetenschappelijke professionals die zich daartoe terugtrokken in (voor het grote publiek niet langer toegankelijke) laboratoria. Vanaf dat moment groeide de achterdocht over wat zich

achter gesloten deuren, buiten het publieke blikveld afspeelde. Men vreesde dat wetenschappers artefacten zouden produceren die vroeg of laat uit het laboratorium (dat wil zeggen aan de controle van de onderzoekers) zouden ontsnappen om buiten het laboratorium aanzienlijke en wellicht onomkeerbare schade aan te richten. In feite bestaat deze situatie van vervreemding Anno Nu nog steeds. Datgene wat voor de betrokken onderzoekers het resultaat van langdurig onderzoek is, en een onvermijdelijk gevolg van eerdere initiatieven, komt voor de buitenwacht vrij plotseling ter wereld, als het ware *uit het niets*.

Sommige gebeurtenissen hebben tijd nodig om zichtbaar te worden en tot het publieke bewustzijn door te dringen. Sinds de introductie van recombinant DNA-technieken (omstreeks 1975) maken de *life sciences* een periode van exponentiële groei, een tempoversnelling door. Deze technieken introduceerden een nieuw type wetenschappelijke macht, een nieuwe handelingsbekwaamheid die aangrijpt op elementair, genetisch niveau. De modificeerbaarheid, de plasticiteit van organismen neemt toe. Datgene wat tot voor kort laboratoriumarbeid was, begint zich nu in onze wereld te nestelen. De transplantatiegeneeskunde is daar een voorbeeld van. De biotechnologie bereikt ons eigen lichaam, en dat roept morele reserves op. De gedachte dat ons lichaam 'onaantastbaar' is, zoals Artikel 11 van de Grondwet het formuleert, is een intuïtie met een lange voorgeschiedenis die zich niet zomaar ongedaan laat maken. En de geschiedenis van onze morele intuïties zal in dit rapport de nodige aandacht krijgen. Vertrekpunt is de filosofische overtuiging dat we, om actuele problemen en conflicten te begrijpen, er goed aan doen de *geschiedenis* van deze problemen en conflicten te bestuderen. Om de biotechnologische revolutie in de transplantatiegeneeskunde, en de morele reserves die deze revolutie oproept te begrijpen, moeten we de *geschiedenis* bestuderen van de frictie tussen lichaamservaring en technologische innovatie, tussen het integriteitsprincipe enerzijds en de toenemende plasticiteit van ons lichaam (als gevolg van biotechnologische ontwikkelingen) anderzijds. De wens om het menselijk lichaam voor allerlei doeleinden te hergebruiken, heeft een lange geschiedenis waarin bijvoorbeeld de middeleeuwse relikwie-praktijken of de vroeg-moderne anatomie-praktijken opmerkelijke hoofdstukken vormen. De betreffende praktijken stonden op gespannen voet met het integriteitsprincipe dat stelt dat het menselijk lichaam de anderen, de nabestaanden, de *survivors* niet van nut mag zijn, en dat zich bovendien *met nadruk* uitstrekt tot voorbij het moment van overlijden (Zwart & Hoffer 1998). Lichaamsrecycling in geval van overlijden wordt van de hand gewezen of minstens ontmoedigd. Daar komt bij dat hergebruik van lichaamsmateriaal eeuwenlang gehinderd werd door hardnekkige twijfels omtrent de betrouwbaarheid van traditionele doodscriteria zoals polsslagen, hartslag, lichaamskleur en ademhaling. Hoe kon men zeker weten dat iemand die niet meer ademt, wiens hart niet meer klopt of

die lijkelek ziet, dood is? Zoals aarzelingen omtrent de hersendood de hedendaagse transplantatiegeneeskunde hinderen, zo was de angst om te vroeg dood verklaard te worden eeuwenlang weinig bevorderlijk voor vormen van medisch hergebruik (zoals anatomisch onderzoek). In de loop van haar geschiedenis heeft de anatomie ook werkelijk lugubere aspecten gekend, die het grote publiek met afgrijzen vervulden. Toen omstreeks 1800 de anatomie een fase van exponentiële groei doormaakte, vormde het tekort aan lijken een remmende factor. Een praktijk van lijkenroof was het gevolg. De geneeskunde heeft soms weinig delicate middelen ingezet om in haar behoefte aan menselijk lichaamsmateriaal te voorzien.

Hergebruik van lichaamsmateriaal heeft door de eeuwen heen uiteenlopende reacties opgeroepen, variërend van angst tot euforie, van enthousiasme tot onbehagen. In dit rapport worden deze reacties aan hand van wetenschappelijke en literaire teksten bestudeerd. De actuele discussie over vervangende geneeskunde of vervangingsgeneeskunde (*tissue engineering, substitution medicine*) wordt daarbij als het meest recente hoofdstuk van een lange geschiedenis opgevat. Twee literaire klassiekers zullen als leidraad functioneren. Terwijl in *Le Rêve de d'Alembert* van Denis Diderot met enthousiasme wordt vastgesteld dat ons lichaam een aggregaat van uitwisselbare onderdelen is, schenkt *Frankenstein* van Mary Shelley met nadruk aandacht aan de gevoelens van horror en onbehagen die door deze gedachte worden opgeroepen. Beide teksten reageren op toenmalige ontwikkelingen in de biowetenschappen, maar *Frankenstein* benadrukt, als *gothic novel*, vooral het lugubere aspect. Aandacht voor deze roman, die verscheen op een moment dat de echte geschiedenis van de *life sciences* nog moest beginnen, wordt bovendien gerechtvaardigd door de functie die deze roman (als 'archetype' of 'moderne mythe') in actuele discussies over biotechnologie speelt (Achterhuis 2000). De teksten van Diderot en Shelley zijn niet zozeer beschrijvingen van feitelijke gebeurtenissen als wel anticipaties op toekomstige mogelijkheden, waarbij voor de verbeelding een belangrijke rol is weggelegd. Ze beschrijven de problematiek *in statu nascendi*. Terwijl de *life sciences* in werkelijkheid een groot aantal disciplines en praktijken omvatten, worden ze in deze teksten als het ware tot één dramatische gebeurtenis gecomprimeerd. In de werkelijke geschiedenis van de biowetenschappen valt het project 'Frankenstein' (of 'd'Alembert') in een groot aantal deelprojecten uiteen. Een aantal van deze deelprojecten zal ik kort beschrijven en van commentaar voorzien. Het betreft belangrijke biotechnologische innovaties die de uitwisselbaarheid van lichaamsmateriaal bevorderden, zoals de ontdekking van bloedgroepen door Landsteiner of de prestaties op het gebied van *tissue culture* van Alexis Carrel. Ook aan de literaire verbeelding, die deze biotechnologische ontwikkelingen als het ware begeleid, met name de romans van H.G. Wells, zullen we aandacht schenken. Bij elkaar opgeteld bekrachtigen deze deelprojecten een *Gesamtbild*, namelijk het beeld van het

menselijk lichaam als een aggregaat van vervangbare en uitwisselbare onderdelen, een schrikbeeld voor de een, een droombeeld voor de ander. Aan dit beeld, dit *Gesamtbild* wordt het publiek door berichten over concrete biotechnologische ontwikkelingen herinnerd. Dit *beeld*, meer dan de concrete biotechnologische innovaties waarvan de media bij tijd en wijle melding maken, activeert gevoelens van bezorgdheid dan wel enthousiasme bij de buitenwacht.

1 Vroege geschiedenis van orgaanrecycling: kannibalisme, relikwie- verering en anatomische lessen

In *The Golden Bough* beschrijft James Frazer, een van de grondleggers van de moderne culturele antropologie, hoe jonge mannelijke leden van een Oost-Afrikaans volk op rituele wijze lichaamsdelen consumerden van gedode tegenstanders van goede reputatie (1890/1923, p. 497). Vanwege de eigenschappen die in de betreffende lichaamsdelen werden gelokaliseerd – dapperheid in de lever, intelligentie in de oren, kracht in de testikels etc. – werden ze in deeggerechten verwerkt en genuttigd, in de verwachting dat die eigenschappen zouden overgaan op de ontvanger. Bij andere volkeren waren andere lichaamsdelen, zoals harten, handen, voeten of knieën, gewilde ingrediënten. Ook Freud (1940) beschrijft in *Totem und Tabu*, verwijzend naar Frazer, kannibalistische praktijken. Menselijke lichaamsdelen werden genuttigd om de daarin aanwezige psychische eigenschappen ‘in te lijven’, aldus Freud, die echter meer belangstelling had voor seksuele gewoonten dan voor voedingspraktijken. Het incest-taboe dat Victoriaanse antropologen bij de door hen bestudeerde volkeren aantroffen, correspondeerde volgens Freud met de incestueuze (‘oedipale’) verlangens die Victoriaanse neurotici probeerden te verdringen. Het incest-verbod was voor hem dan ook de sleutel waarmee hij het geheimschrift van de moderne seksualiteit wilde ontcijferen.

Met een beetje fantasie kan men het kannibalisme-taboe op analoge wijze interpreteren, namelijk als een verwijzing naar de oeroude wens om lichamen van overledenen voor allerlei doeleinden te hergebruiken. We kunnen ons indenken hoe in vroeger tijden, in perioden van chronische schaarste, de *survivor* zich te goed deed aan het nog warme lichaam van de ander, die door het lot was aangewezen, of omkwam tijdens een conflict om schaarse voedselvoorraden. Het kannibalisme-verbod maakte echter een einde aan de gedachte dat bij overlijden het beschikkingsrecht over het lichaam toevalt aan de nabestaanden. Het stoffelijk overschot mag ons in beginsel niet van

nut zijn. In eerste instantie had dit tot gevolg dat de symbolische waarde van menselijke lichaamsdelen steeg. Het exposeren of consumeren van – in beginsel verboden – menselijke resten verschafte de kannibaal uitzonderlijk veel genot. Bovendien ging het met een reeks van rituele voorzorgsmaatregelen gepaard. In een later stadium gold het kannibalisme-verbod echter categorisch of absoluut – er werden geen uitzonderingen meer gedoogd – al bleef in bepaalde religieuze praktijken zoals het mysterie van het Laatste Avondmaal een rest van, een herinnering aan kannibalistische verlangens voortleven. Voortaan dienden nabestaanden de gaafheid en de integriteit van het stoffelijk overschot onverkort te respecteren. De inprenting van dit gebod was een proces van eeuwen en resulteerde in een hardnekkige sensitiviteit, met als gevolg dat alleen al de gedachte mensenvlees te consumeren walging wekte. Het verhaal van de ongelukkige, niets vermoedende gast aan wie een bijzonder smakelijk gerecht wordt voorgezet waarin (heimelijk) de stoffelijke resten van mensen, bij voorkeur naaste verwanten, werden verwerkt, is in talloze varianten en in vele talen verteld. Zodra de betrokkene beseft wat hij of zij genuttigd heeft, vervult hem of haar dit met walging of paniek. De genuttigde ingrediënten zijn symbolisch verontreinigd en niet zelden dodelijk.

In de verbreiding en bekrachtiging van de morele respons van weerzin tegen *recycling* van lichaamsmateriaal heeft het christendom een doorslaggevende rol gespeeld. Respect voor het stoffelijk overschot van overledenen – een moreel gevoel dat in de regel wordt aangeduid met de term *piëteit* – is geen natuurlijke of aangeboren attitude. Eeuwenlang tekende de Kerk bezwaar aan tegen de gewoonte van onze heidense of semi-gekerstende voorouders om lichamen van overledenen te verbranden, in stukken te hakken of te koken. Het lichaam is een geschenk van God dat we niet mogen beschadigen, ook niet na overlijden, leerde Paulus. Christenen leefden en stierven in de verwachting van de opstanding van het lichaam op de Jongste Dag. Verbranding of mutilatie van het lichaam was niet geoorloofd, aldus Thomas van Aquino. De ironie wilde dat juist het lichaam van Thomas na zijn dood in stukken werd gehakt om verdeeld te kunnen worden onder de kloosters die er aanspraak op maakten – een lot dat hij met heel wat heiligen moest delen.

De praktijk om menselijk lichaamsmateriaal voor allerlei doeleinden te hergebruiken heeft een lange geschiedenis, en stond op gespannen voet met het christelijke principe van de onaantastbaarheid (integriteit) van het menselijk lichaam – zeker ook postmortaal. Het integriteitbeginsel strekt zich met nadruk uit tot voorbij het moment van overlijden. In principe mag het lichaam van overledenen de nabestaanden, de *survivors* niet van nut zijn. De van oorsprong Latijnse term *integriteit* verwijst letterlijk naar de heelheid of gaafheid van het lichaam *als geheel*, die niet mag worden aangetast. *Noli me tangere*, 'Raak me niet aan!' – dat is het gebod dat het stoffelijk overschot al

eeuwenlang de nabestaanden voorhoudt. Recycling wordt met nadruk ontmoedigd. Zoals aan kannibalistische praktijken in een ver en slecht gedocumenteerd verleden een einde kwam door toedoen van het kannibalisme-verbod, zo werden ten tijde van de Hervorming de middeleeuwse relikwiepraktijken het mikpunt van kritiek door Calvijn en anderen. In zijn *Traité des Reliques* uit 1543 (het jaar waarin Vesalius zijn beroemde anatomische Atlas publiceerde) berekent Calvijn dat er, op de diverse locaties, meer zog van Maria wordt bewaard dan een koe kan voortbrengen.

Intussen was, na kannibalisme en relikwieverering, nog een derde vorm van hergebruik van het stoffelijk overschot tot ontwikkeling gekomen, namelijk de anatomie. In de veertiende eeuw was op vooruitstrevende universiteiten in Italië een wetenschappelijke belangstelling voor het lijk ontstaan. In 1306 werd door de arts Mundinus te Bologna voor het eerst een stoffelijk overschot aan anatomisch onderzoek onderworpen (Van den Berg 1959). In 1316 doet hij van zijn ervaringen schriftelijk verslag. Mundinus beseft dat zijn handelwijze in moreel opzicht uiterst precair en problematisch is. Zo merkt hij op dat het rotsbeen eigenlijk gekookt zou moeten worden, maar dat hij dit achterwege laat omdat de kerk dit zou verbieden. In 1300 – dat wil zeggen zes jaar voordat Mundinus zijn eerste, extreem omzichtige en terughoudende snede zette in een lijk – was een pauselijke bul verschenen waarin stond dat het koken of in stukken snijden van menselijke lichamen verboden is. Over anatomie werd echter met geen woord gerept. Zoals de titel – *De Sepulturis* – aangeeft, keerde de paus zich tegen bepaalde begrafenispraktijken, met name tegen de praktijk van kruisvaarders om lichamen van vooraanstaande gesneuvelden in stukken te snijden en te koken alvorens ze naar het land van herkomst te verschepen en aldaar ter aarde te bestellen. Elke bedenking tegen of verwijzing naar de anatomie ontbrak. De terughoudendheid, het moratorium der anatomen was, zo lijkt het, *self-imposed*.

Mundinus' leerling Vigevano voorzag zijn anatomie uit 1345 van illustraties, zodat het voor studenten mogelijk werd anatomie te studeren zonder zelf lijken te openen en aan de kwalijke geur ervan te worden blootgesteld. Ongeveer zoals in de hedendaagse biologieopleidingen het zelf snijden in levende proefdieren zoveel mogelijk door audiovisuele middelen wordt vervangen. Handelingen die op gespannen voet staan met de morele sensitiviteit, worden door visualisaties vervangen. Visuele middelen maken het object zichtbaar, maar bewaren tegelijkertijd afstand. De compliciteit van de toeschouwer is kleiner dan bij direct contact. In de tijd van Mundinus en Vigevano bestond de studie geneeskunde primair in het lezen van gezaghebbende auteurs zoals Aristoteles, Hippocrates en Galenus. Wetenschap was in de eerste plaats *lectuur*. Anatomische lessen waren, als ze al plaatsvonden, de plaatjes bij het boek. De confrontatie met het werkelijke, tastbare, geopende lichaam werd uit- en niet zelden afgesteld.

Wanneer in 1543 – het jaar van Calvijns *Traité des Reliques* – Vesalius zijn befaamde anatomische atlas publiceert, lijkt de extreme beduchtigheid uit de begintijd als een kinderziekte van de moderne anatomie te zijn verdwenen. Naast tekst bevat dit boek illustraties die weinig verhullen en waarop ook de onderzoeker zelf staat afgebeeld. Het zelfverzekerde gelaat waarmee deze wetenschappelijke held zijn lezers aanblijft, vertoont geen spoor meer van de reserves uit de begintijd. Door de kerk wordt hem niets in de weg gelegd. De reacties van tijdgenoten op zijn boek zijn echter uiterst ongunstig. Zijn anatomische platen zijn niet langer illustraties bij de gezaghebbende, onfeilbare tekst, maar *in strijd met* de tekst. Ze leveren *kritiek op* de tekst. Galenus wordt zowel schriftelijk als visueel bekritiseerd. Diens autoriteit blijkt feilbaar. Het gezaghebbende woord blijkt onbetrouwbaar en wordt uitgedaagd door de mondig geworden blik. Vesalius weigert nog langer een lezer, een leerling van gezaghebbende auteurs te zijn.

Zonder de lugubere praktijk van hergebruik van lichaamsmateriaal van terechtgestelde criminelen zou deze kritiek, zouden deze fraaie illustraties niet mogelijk zijn geweest. Na de kritiek van tijdgenoten op zijn werk trekt Vesalius zijn conclusies, verbrandt zijn aantekeningen en wordt lijfarts van Karel de Vijfde. Hij verruilt zijn wetenschappelijk pionierswerk voor een maatschappelijke loopbaan. Er is dan nog maar weinig gelegenheid voor anatomisch onderzoek, in die dagen een tamelijk smerig handwerk (Van den Berg 1979/1994). Maar wanneer een edelman aan het Spaanse hof aan een vreemde ziekte overlijdt, vraagt Vesalius verlof om het stoffelijk overschot aan een dissectie te onderwerpen. Bij opening, zo wil het verhaal, blijkt het hart nog te kloppen. Anatomisch hergebruik van lichamen werd gehinderd door twijfels omtrent de betrouwbaarheid van traditionele doodscriteria (pols, hartslag, ademhaling, etc.). Vesalius wordt aangeklaagd bij de Inquisitie en veroordeeld tot een pelgrimage naar Jeruzalem. Het openen van lichamen is iets waarmee men niet voorzichtig genoeg kan zijn. De doodscriteria die de anatoom op dat moment hanteert (ademhaling, lichaamstemperatuur, huidskleur, algehele aanblik) zijn niet boven elke twijfel verheven. Men wantrouwt de circulatiedood – zoals heden ten dage de hersendood (de vaststelling van de dood aan de hand van een hersencefalogram) reserves oproept en de transplantatiegeneeskunde hindert.

Vesalius was een eenling in zijn tijd, een pionier. De anatomie die hij beoefende was de anatomie van de kleine getallen. Met moeite en na zonsongang verzamelde hij materiaal dat niet zelden in zeer slechte staat verkeerde, in lijkenhuizen en op galgenheuvels. Intact lichaamsmateriaal was nauwelijks verkrijgbaar. Later zet een proces van schaalvergroting in het anatomisch onderzoek in. Op het moment dat de anatomie een moderne wetenschap begint te worden, neemt de vraag naar lichamen van overledenen voor dissectiedoeleinden exponentieel toe. In de regel worden lichamen van terechtgestelde misdad-

digers voor dit doel gebruikt. Dit was bijvoorbeeld het geval bij de anatomische les van Dr. Joan Deyman die Rembrandt in 1656 vereeuwigde. De crimineel, waarvan de schedel werd gelicht, lijkt in diep gepeins verzonken. Hij is tot inkeer gekomen, zo lijkt het. De werkelijkheid was minder sereen dan dit meesterwerk suggereert. De postmortale schending van de integriteit van het lichaam gold als een straf, een belediging, een degradatie op zich.

Tegen het einde van de achttiende eeuw volstond het aantal terechtstellingen al lang niet meer om aan de wetenschappelijk gemotiveerde vraag naar lichamen te voldoen. De vooruitgang had een schaduwzijde. De geneeskunde benutte weinig delicate middelen om in haar snel groeiende behoefte aan lichaamsmateriaal te voorzien. Een lugubere praktijk van nachtelijke lijkenroof was het gevolg. De betrokkenen stonden bekend onder de quasi-theologische naam 'ressurrectionisten'. Met name in universiteitssteden verdwenen omstreeks 1800 in grote getale lijken van het kerkhof. Berucht is de casus van de Schotse anatoom Robert Knox (1791-1862) die ten behoeve van zijn onderwijs lijken inkocht bij het moordenaarsduo Burke en Hare, beter bekend als de 'body snatchers'. Edinburgh was destijds een vooraanstaand anatomisch centrum en Knox een populaire professor die kon rekenen op een gehoor van rond de vijfhonderd studenten. Officieel had zijn faculteit maar recht op één stoffelijk overschot per jaar – afkomstig van een terechtgestelde crimineel – een regeling die nog dateerde uit de tijd van de kleine getallen. Toen nachtelijke strooptochten langs kerkhoven niet afdoende bleken om aan de almaar stijgende vraag te voldoen, begonnen Burke en Hare slachtoffers te wurgen. Ze ontwikkelden een speciale methode die weinig sporen naliet, maar werden na hun zestiende moord toch gearresteerd. Hare werd voor zijn rol als kroongetuige beloond met vrijspraak, maar Burke werd op 28 januari 1829 opgehangen. Zijn lichaam werd, hoe kon het anders, ter beschikking gesteld aan de Medische Faculteit, voor dissectiedoeleinden. Robert Knox zelf werd nooit vervolgd – het was het tijdperk van de klassenjustitie – maar de lugubere geschiedenis van Knox, Burke en Hare vormde de basis voor een lange reeks literaire teksten en verfilmingen. Het gegeven past in het tijdperk van de cultuurstrijd tussen Verlichting en Romantiek. De Verlichting – het geloof dat wetenschappelijk onderzoek de wereld zal verbeteren – bleek een lugubere keerzijde te hebben, die vooral Romantici fascineerde. In 1832 bracht de *Anatomy Act* uitkomst. Voortaan konden Britse medische faculteiten gebruik maken van 'unclaimed bodies', dat wil zeggen van lichamen zonder bezitter, waarmee de lijken van zwervers, wezen, bejaarden of andere arme lieden werden bedoeld wier nabestaanden (voor zover aanwezig) zich geen begrafenis konden veroorloven en die daarom voor *recycling* in aanmerking kwamen. De geschiedenis van de *body snatchers* maakte duidelijk dat de wetenschap weliswaar in dienst stond van Verlichting en Vooruitgang, maar toch ook een duistere, obscure, zelfs lugubere dimensie

kende. Het tijdperk van Knox, Burke en Hare is het tijdperk van de *gothic novel* – waarover zo dadelijk meer.

Anno Nu is de anatomie een gereguleerde en geaccepteerde praktijk, maar technologische vernieuwingen vestigen soms weer de aandacht op oude dilemma's. In 1993 werd in de staat Texas een ter dood veroordeelde, 39-jarige misdadiger genaamd Joseph Paul Jernigan met behulp van een injectie om het leven gebracht. Zijn lichaam vormde het materiaal voor een belangrijke anatomische innovatie, de eigentijdse pendant van de Anatomische Atlas van Vesalius, namelijk het *Visible Human Project*. Jernigans lichaam werd in bevroren toestand met behulp van Röntgen-, MRI- en CT-apparatuur in kaart gebracht, maar daar bleef het niet bij. Het werd in hanteerbare stukken gezaagd en vervolgens in plakjes gesneden met een doorsnede van 1 mm. - vijftig plakjes per dag. Op die manier was het mogelijk meer dan 1.800 foto's van het ruim 1.80 m. lange kadaver te maken. Deze afbeeldingen werden vervolgens gedigitaliseerd en op het web geplaatst, als een ideale dataset voor educatieve doeleinden. Niet gehinderd door geur, bloed of andere ongemakken die aan het werkelijke postmortale lichaam kleven, is elke belangstellende in staat Jernigans lichaam via fraaie visualiseringen te bestuderen, ongeveer zoals de studenten van Vigevano destijds deden, maar nu in detail. Door gebruik te maken van deze techniek, aldus de betrokken wetenschappers, zou men de exponentieel stijgende vraag naar lijken kunnen matigen. Jernigan had, zo verzekeren zij, met deze handelwijze ingestemd. Als tegenprestatie werd hij ter dood gebracht met behulp van een injectie in plaats van op de elektrische stoel. Deze milde wijze van levensbeëindiging had ook evidente anatomische voordelen. De bedoeling was dat Jernigan anoniem zou blijven, maar journalisten wisten zijn identiteit spoedig te achterhalen. In 1995 onderging een anonieme, 59-jarige vrouw hetzelfde lot. Voor haar lichaam lijkt echter minder belangstelling en waardering te bestaan (Van Dijk 2000). Samen nemen hun gedigitaliseerde en gedematerialiseerde lichamen ongeveer 40 gigabyte aan disk-ruimte in beslag. Als object van de anatomische blik is het digitale lichaam *clean*. Het bevindt zich zowel op veilige afstand als extreem nabij, toegankelijk voor een blik die het voortaan zonder tast- en reukzin kan stellen. In plaats van zelf het lichaam binnen te dringen, bedient de hand een computermuis. In plaats van studenten rechtstreeks bloot te stellen aan de morele en fysieke ongemakken van anatomisch onderzoek, opteert men voor afstandelijke visualisering. Een digitale anatomische Atlas is het resultaat – de anatomische variant van *tissue engineering*. Bij eerste aanblik ervaart de bezoeker van de website zowel fascinatie als reserve. Enerzijds worden we met een digitaal wetenschappelijk kunstwerk geconfronteerd, waarbij de gravures van Vesalius door realistische, maar niettemin geprepareerde (ingekleurde) platen zijn vervangen. Anderzijds spelen oude medisch-ethische reserves op. Mag het lichaam van deze mensen – Joseph Paul Jernigan en diens

anonieme lotgenote – wel voor iedereen toegankelijk zijn? Mag het wel in plakjes worden gesneden? Ooit was anatomie letterlijk theater, een publiek spektakel. In de tijd van Rembrandt werd een anatomische les door een beperkte kring van leerlingen, collega's of vrienden bijgewoond. Later trok de anatomie trok zich meer en meer in de discrete beslotenheid van de snijzaal terug. Nu is de toegankelijkheid en transparantie van het lichaam weer maximaal geworden. Het oude dilemma van de anatomie is daarmee weer actueel. Enerzijds is er de onthullende, maar bruuskerende handeling: het openen van het lijk. Anderzijds is er een alternatief: het gebruik van beeldmateriaal. Maar zelfs het meest gedetailleerde beeld is een idealisering. De suggestie dat het in dit geval om een directe, onbemiddelde weergave zou gaan, miskent de mate waarin de gebruikte digitale technieken hun stempel drukken op het beeldmateriaal (Van Dijk 2000). De casus maakt bovendien duidelijk dat ook de oude symbiose tussen strafpraktijk en anatomische praktijk (in de vorm van hergebruik van kadavers van geëxecuteerde criminelen) tot op de dag van vandaag is blijven bestaan. De digitale anatomie, het meest recente hoofdstuk in de geschiedenis van de anatomie, begint immers met het in plakjes snijden van het lichaam van een geëxecuteerde crimineel.

2 Het lichaam als aggregaat

Zoals gezegd zullen twee literaire teksten in dit rapport als leidraad functioneren. *Le Rêve de d'Alembert* is een van de eerste literaire teksten over de levenswetenschappen zoals die in de achttiende eeuw ontstaan. Het is een tekst waarin het vroegmoderne literaire archetypen van de alchemist (zoals die bij Goethe, Ben Johnson en anderen kan worden aangetroffen) plaatsmaakt voor het beeld van de wetenschapper in een voor ons herkenbare zin. De grondstemming van Diderots tekst is de stemming van enthousiasme. De antipode van *Le Rêve de d'Alembert*, de roman *Frankenstein* van Mary Wollstonecraft Shelley, wordt in de volgende paragraaf besproken. In deze roman domineert de angst.

Denis Diderot (1713 – 1784) was een gepassioneerd lezer, een extreem productieve auteur en een onvermoeibare (maar hoogst vermoeiende) gesprekspartner. Eén woord was vaak voldoende voor een lange, enthousiaste monoloog. Hij las de wetenschappelijke *output* van zijn tijd met de pen in de hand, *la plume à la main* zoals hij dat noemde. Dit leidde tot de befaamde *Encyclopédie* waarover hij (samen met de wiskundige d'Alembert) de redactie voerde. Dat was zijn dagelijks werk. De *Encyclopédie* was het resultaat van langdurige, systematische intellectuele arbeid. Zijn literaire meesterwerk *Le Rêve de d'Alembert* daarentegen werd in twee weken tijd (in augustus 1769) geschreven. Het is een fantastisch, euforisch résumé van de wetenschappelijke ontwikkelingen die zich vanaf 1740 in de *life sciences* hadden voltrokken. Het is een tekst die als het ware in één adem werd uitgeschreven, en ook zo moet worden gelezen.

Het verhaal gaat als volgt. Na een enerverende en vermoeiende discussie met vriend Diderot begint de geniale wiskundige d'Alembert hardop te praten in zijn slaap. Diderot had op de revolutionaire consequenties van recente wetenschappelijke ontdekkingen gewezen, maar d'Alembert had kennelijk een meer gematigd standpunt ingenomen. In zijn slaap ontwaakt echter ook in hèm de radicaal. Zijn bezorgde vriendin Mademoiselle de l'Espinasse roept een arts, maar besluit intussen alles te noteren wat de dromer zegt. De (zeer vooruitstrevende) arts blijkt in staat de droomtekst te ontcijferen. D'Alembert slaat geen wartaal uit, zo blijkt. Zijn betoog, hoe chaotisch en verward het in eerste instantie ook lijkt, blijkt een gecompliceerd overzicht van de levenswetenschappen van die tijd te zijn. Zo bespreekt hij het onderzoek van Abraham Trembley die in 1740, in

een sloot op het deftige buiten *Sorghvliet* (het latere Catshuis) bij Den Haag, een merkwaardig wezen ontdekte – de zoetwaterpoliep. Om uit te maken of het een plant of een dier betrof nam hij een schaar en knipte het wezen in tweeën. Dat had nog nooit iemand gedaan. Het resultaat: twee zoetwaterpoliepen. Het organisme bleek geen *individu*, geen ‘ondeelbaarheid’ te zijn. Vanaf dat moment begonnen Europese wetenschappers levende wezens (poliepen, wormen, salamanders, etc.) in stukken te knippen. De betreffende objecten bleken geen ‘wezens’ of ‘substanties’ te zijn, zoals de filosofie van oudsher had geleerd, maar *aggregaten* van onderdelen die in principe onafhankelijk van elkaar kunnen bestaan en op stimuli kunnen reageren.

Terwijl het christelijke integriteitbeginsel verwijst naar het beeld van het menselijk lichaam als een onaantastbaar geheel, als een eerbiedwaardige *gestalte*, wordt in *Le Rêve de d’Alembert* rigoureuus afstand genomen van deze intuïtie. Elk individu is een optelsom, een tijdelijk aggregaat van in principe vervangbare en uitwisselbare onderdelen, aldus de dromer d’Alembert. Wanneer we voedsel tot ons nemen, assimileren we stukjes materiaal die van andere lichamen afkomstig zijn. Wat dood was, wordt door assimilatie weer tot leven gewekt. Brood wordt vlees – dat gebeurt elke dag, en niet alleen tijdens de Mis op zondag. Daar is niets geheimzinnigs aan, alle metafysisch-theologische *galimatias* ten spijt. Mens en dier verschillen niet wezenlijk van elkaar, en hetzelfde geldt voor man en vrouw. Ook de mens is een aggregaat van weefsels, van materialen die tijdelijk een geheel vormen, maar in feite uitwisselbaar en vervangbaar zijn. Er is voortdurend sprake van uitwisseling met de omgeving. De grenzen tussen individu en omgeving, en tussen individuen onderling, tussen soorten, tussen levende en dode materie, tussen organisch en anorganisch weefsel, al die ‘metafysische’ grenzen wordt door fysiologische processen voortdurend overschreden. Dat is wat de nieuwe levenswetenschappers hebben ontdekt. En dit beeld, het lichaam als aggregaat, roept bij de auteur geen weerzin maar juist enthousiasme op.

Het lichaam dat Diderot beschrijft is het lichaam zoals het in de achttiende eeuw door fysiologen wordt ontsloten. Ongekende toepassingsmogelijkheden liggen in het verschiep, zo lijkt het. Want als dit beeld juist is, dan is de mens niet langer het slachtoffer van zijn of haar anatomie, bijvoorbeeld op het gebied van voortplanting en seksualiteit. De nieuwe wetenschap zal het de mens in de toekomst mogelijk maken de fylogenetische ladder af te dalen en zich voort te planten zoals vissen doen (door zaadcel en eicel in een vochtige omgeving buiten het lichaam te laten versmelten) of zoals zoetwaterpoliepen doen (door splitsing), zodat de schijnbaar ondeelbare twee-eenheid seksualiteit/voortplanting, alle theologische bezwaren ten spijt, kan worden ontkoppeld, ten voordele van beide. Mademoiselle de L’Espinasse zoekt de pols van d’Alembert – voelt hij zich wel goed? – maar kan die pols niet vinden, want d’Alembert is bezig de daad bij het

woord te voegen, hij masturbeert. Zijn droom kwam echter uit. Met een beetje fantasie zijn overeenkomsten aan te wijzen tussen kuitschieten en IVF, tussen kloneren en parthenogenese (ongeslachtelijke voortplanting) bij de zoetwaterpoliep. De nieuwe wetenschap waarover d'Alembert droomt zal nieuwe vormen van uitwisseling tussen individuen, tussen geslachten, zelfs tussen soorten mogelijk maken. De droom van d'Alembert behelst in feite een programma. Telkens wanneer wetenschappers erin slagen een stukje van dit vermetele programma te realiseren, wordt iets van het enthousiasme van d'Alembert geactiveerd. Diens *typische* reactie (enthousiasme) moet echter met een andere reactie concurreren, namelijk horror of angst.

Niet lang na het verschijnen van *Le Rêve de d'Alembert* begint Luigi Galvani te experimenteren met geprepareerde kikkerlichamen, koperen draden, zilveren gebruiksvoorwerpen, elektrische vonken, enzovoort. De biologische batterijen die hij bouwt zijn in feite aggregaten van organische en anorganische elementen. Op illustraties zien we onthoofde kikkerlijfjes in proefopstellingen die op martelwerktuigen lijken. Het publiek reageert met een gemengde gevoelens. Met enthousiasme, maar ook met onbehagen. De wetenschappelijke revolutie die zich in de zeventiende en de achttiende eeuw voltrekt, krijgt maatschappelijk concreet gestalte in de (door stoom of electriciteit aangedreven) machine, die door Diderot en d'Alembert, de redacteurs van de *Encyclopédie*, met enthousiasme wordt beschreven. Het duurt echter niet lang of ook de machine wordt het voorwerp van meer ambivalente reacties. Aan de horizon verschijnen de vervuilende fabrieken van de Industriële Revolutie, die het pittoreske landschap van de achttiende eeuw drastisch van aanzien doen veranderen. Het Verlichte geloof in de Vooruitgang moet concurreren met het Romantische gevoel dat zich een ramp voltrokken heeft, in de vorm van de Franse Revolutie op het politieke vlak, van de Industriële Revolutie op het economische vlak en van de Wetenschappelijke Revolutie op het intellectuele vlak. De wereld van de oude standen en de oude elementen maakt plaats voor scheikunde en democratie. De 'natuurlijke historie' verandert van een liefhebberij van plattelandsgeestelijken in een moderne wetenschap die steeds meer affiniteit krijgt met de exacte wetenschappen, steeds minder met geschiedenis of theologie. Aan een idyllisch, geïdealiseerd verleden, een toestand van duurzaamheid en stabiliteit, lijkt abrupt een einde te komen. Temidden van de ruïnes van de oude wereld en de vervuilende fabrieken van de nieuwe, ontwaakt het (onmogelijke?) verlangen naar herstel.

Het culturele klimaat wordt op dat moment beheerst door een cultuurstrijd tussen 'humanisten', die de mensheid willen verbeteren door het gevoelsleven te cultiveren, en 'positivisten' die vooral op het belang van natuurwetenschappelijk onderzoek insisteren (Zwart 2000). Humanisten trachten individuen te vormen door hen bloot te stellen aan subliem natuurschoon enerzijds en klassieke literaire tek-

sten anderzijds. Wat zij voorstaan is een levensstijl van vriendschap en *leisure*, van lezen en schrijven, van culturele reizen en beschaafde conversaties. Wat zij uit hun wereld willen weren, is massaliteit en machinaliteit, en vooral: arbeid. Wetenschap wordt uit nieuwsgierigheid bedreven, als liefhebberij, maar niet als systematische, levenslange *arbeid*. Zij sturen hun kinderen (dat wil zeggen hun zonen) naar de universiteit om daar een *gentleman* te worden, niet om er iets nuttigs te leren. De positivisten daarentegen willen mens en maatschappij verbeteren via systematisch wetenschappelijk onderzoek. Wetenschap moet de wereld veranderen, transformeren. Wetenschap is niet langer een liefhebberij van mensen met veel vrije tijd en geld, maar een kwestie van arbeid, en niet zelden van vuil werk. Wetenschap heeft tot taak de wereld zo objectief, zakelijk en emotioneel mogelijk te beschrijven. Ook Diderot laat zich in *Le Rêve de d'Alembert* weinig gelegen liggen aan gevoelens. Wanneer wetenschappelijke discussies het gevaar lopen als indiscreet of onbetamelijk te worden ervaren, dat wil zeggen als strijdig met de heersende gevoelens, moet de wetenschapper die gevoelens ontzien door technische, zakelijke, emotioneel loze termen te gebruiken – *Quand on parle science, il faut se servir des mots techniques...* Onder geen beding mogen die gevoelens de vrijheid van wetenschappelijk onderzoek belemmeren. In *Frankenstein* daarentegen krijgen de gevoelens die door wetenschappelijke discussies worden opgeroepen juist extreem veel aandacht.

3 Frankenstein als een roman over wetenschap

De tegenhanger, het *negatief* van Diderots *Le Rêve de d'Alembert* is de roman *Frankenstein; or, the modern Prometheus* van Mary Wollstonecraft Shelley. Zij schrijft deze roman in de zomer van 1816 (ze is dan achttien jaar), die ze met haar minnaar Percy Bysshe Shelley en twee van diens vrienden (de dichter Byron en de arts Polidori) doorbrengt in een van de meest Romantische landschappen van Europa: het gebied tussen het meer van Genève en het Mont Blanc massief. Beroerde weersomstandigheden maken dat ze hun tijd goeddeels binnenshuis doorbrengen met discussiëren over recente wetenschappelijke ontwikkelingen. Wanneer Lord Byron tijdens die regenachtige vakantie voorstelt om elkaar bij toerbeurt een griezelverhaal te vertellen, dist Dr. Polidori ter plekke de eerste versie op van wat later Bram Stokers *Dracula* zal worden, maar de achttienjarige Mary laat in eerste instantie verstek gaan. Ook wanneer haar vrienden in een enthousiaste discussie verweekeld raken over de vraag of het mogelijk is dood organisch materiaal weer tot leven te wekken, doet zij er het zwijgen toe. Tijdens de slapeloze nacht die daarop volgt, droomt zij echter over een bleke, overwerkte wetenschapper die, uit organen en weefsels van overledenen, een lichaam fabriceert dat hij met behulp van elektriciteit tot leven wekt – om vervolgens op de vlucht te slaan. De *Frankenstein*-mythe is geboren.

Victor Frankenstein brengt zijn jonge jaren, in een idyllische, gevoelsrijke, arbeidsvrije omgeving door. Zijn intimi blinken uit in verfijnde gevoelens, beschaafde omgangsvormen en onberispelijke deugzaamheid. Hij bezoekt de universiteit om er een *gentleman* te worden, maar maakt er kennis met de nieuwe wetenschap, en de gevolgen zijn rampzalig, catastrofaal. De idylle wordt verstoord. Hij kan niet langer genieten van het imponerende landschap van zijn jeugd, noch van beschaafde conversaties of van klassieke lectuur. Het is alsof hij een besmettelijke ziekte heeft opgelopen. Heel zijn omgeving raakt betrokken in zijn ondergang.

Frankenstein heeft de nieuwe wetenschap tot onderwerp, maar daar waar Diderot uitdrukkelijk naar experimenten en publicaties van Haller, Maupertuis, Bonnet, Buffon, Needham en vele andere wetenschappers verwijst, wordt in Mary Shelley's roman van concrete wetenschappelijke verrichtingen of publicaties niet of nauwelijks gewag gemaakt. In haar *Introduction* bij de latere ('klassieke') editie van 1831 wordt weliswaar verwezen naar het werk van Luigi Galvani

en Erasmus Darwin, maar zonder dat de auteur de indruk wekt (of wil wekken) de betreffende teksten werkelijk te hebben gelezen. Eigenlijk moeten we zeggen dat niet de wetenschap het onderwerp is van haar roman, maar de *gevoelens* die door wetenschap worden opgeroepen – in de allereerste plaats het gevoel van angst. Daar waar Diderot de gevoelens in het beste geval ‘ontziet’, krijgen ze in *Frankenstein* juist maximale nadruk. *Frankenstein* is een roman over gevoelens. Wat de auteur registreert zijn niet de wetenschappelijke ontwikkelingen van haar tijd, maar de reactie van haarzelf en haar cultureel-intellectuele milieu op die ontwikkelingen. In *Frankenstein* blijft de wetenschap op afstand als een zowel fascinerende als beangstigende dreiging die men (tevergeefs) buiten de eigen, poëtisch-idyllische wereld tracht te houden. Wetenschap is niet langer een ander woord voor vooruitgang, veeleer voor catastrofe. Toch gaat het uitdrukkelijk niet om een anti-wetenschappelijke tekst. Het vergrijp van Victor Frankenstein is niet dat hij met de fundamentele principes van het leven experimenteert, maar dat hij verzuimt tijdig met anderen hierover te communiceren, te laat zijn verantwoordelijkheid beseft. Anders gezegd, de moraal van Mary Shelley’s verhaal is opvallend modern.

Erasmus Darwin, grootvader van Charles, was een Romanticus die zijn fantastisch-speculatieve inzichten inzake evolutie, reproductie en het levensbeginsel niet alleen in wetenschappelijke geschriften, maar ook in poëtische teksten neerlegde. In 1803 was van zijn hand het dichtwerk *The Temple of Nature* verschenen. Galvani daarentegen was een experimenteel biofysioloog, in feite de grondlegger van dat vakgebied. In de jaren tachtig van de achttiende eeuw had hij een reeks experimenten met kikkerpreparaten verricht. Hij ontdekte dat wanneer een kikkerpoot, waarvan de zenuw aan een koperen veer bevestigd was, op een zilveren plaat werd gelegd, de spieren contracteerden. Wanneer door die contractie het contact met de zilveren plaat werd verbroken, ontspanden de spieren zich weer, zodat de poot weer op de schaal viel, waarop andermaal contractie volgde. Een ‘organische pendule’ was het resultaat: een aggregaat van organische en anorganische onderdelen. Wanneer de zenuw met een stukje koperdraad werd aangeraakt en het andere uiteinde van de poot met een zilveren lepel, vormde zich een elektrisch circuit waarmee het geamputeerde lichaamsdeel als het ware tot leven kon worden gewekt. Op dezelfde wijze werd het effect van bliksem onderzocht. Er werden twee lange metalen draden gespannen, één draad tussen de dak van Galvani’s huis en de zenuw in de kikkerpoot, een tweede draad tussen het andere uiteinde van de poot en een waterput. Zodra de bliksemflits oplichtte, reageerde de poot door zeer heftig te contracteren. Dergelijke experimenten werden spoedig een bron van wetenschappelijk amusement, om niet te zeggen een attractie, en in salons en op kermissen eindeloos herhaald:

The production of muscular contraction by touching a nerve and a muscle with an arc of two metal wires of zinc and copper respectively, became the amusement of the elegant world all over Europe, which everywhere set out hunting and killing frogs to perform this demonstration (Bodenheimer 1958, p. 53).

Galvani ontdekte dat het mogelijk is stroom op te wekken met behulp van organisch weefsel en stukjes metaal en beschouwde dit als bewijs voor het bestaan van 'dierlijke elektriciteit'. Zijn tijd- en landgenoot Alessandro Volta toonde echter aan dat hij in feite een biologische batterij had geconstrueerd. Hetzelfde effect kon met niet-organisch materiaal worden bereikt. De grens tussen leven en niet-leven, tussen organisch en anorganisch materiaal, tussen biologie en natuurkunde vervaagde. Organische en anorganische elementen bleken uitwisselbaar, vervangbaar. De experimenten van Galvani vormden het begin van de elektrofysiologie, het onderzoek naar elektro-chemische processen in het lichaam. Biologie hield op een historische, vertellende wetenschap te zijn. Er vormde zich een omvangrijk, interdisciplinair onderzoeksgebied, de voorloper van de latere *life sciences*. Onderzoek in de vrije natuur (verzamelwoede van amateurs) maakte plaats voor laboratoriumexperimenten (systematische manipulatie van condities en variabelen). Bij proefdieren werden beschadigingen aangebracht om de effecten daarvan te observeren. Galvani's boek bevat afbeeldingen van onthoofde en ernstig verminkte kikkerlichamen die aan martelwerktuigjes zijn bevestigd en bij elke bliksemflits in een kramp schieten. Ze confronteren de lezer met hybride wezens, aggregaten van organische en artificiële elementen, die soms menselijke trekken vertonen. De experimentator werkt als het ware met een groteske bouwdoos van organische en anorganische onderdelen – kikkerpoten, een ruggenmerg (al dan niet in folie verpakt), glazen buizen, metalen draden, koperen haken, zilveren schalen, glazen bakjes met vloeistof, een apparaat dat elektrische vonken produceert, enzovoorts – elementen waarmee men eindeloos kan variëren en waarmee telkens weer nieuwe combinaties, nieuwe aggregaten kunnen worden gefabriceerd, die dan weer aan elektriciteit of andere omgevingsinvloeden kunnen worden blootgesteld.

Giovanni Aldini, een neef van Galvani, besluit diens vindingen toe te passen op het stoffelijk overschot van overledenen, hetgeen tot theatrale, spectaculaire demonstraties leidde:

Electrical provocation of corpses was a tradition established by Giovanni Aldini, Galvani's nephew... Contemporary accounts suggested that during these experiments, the body became violently agitated and even raised itself as if about to walk, the arms alternately rose and fell and the forearm was made to hold a weight of several pounds, while the fists clenched and beat violently the table upon which the body lay (Turney 1998, p. 22).

In 1803 probeert Aldini, ten overstaan van een gezelschap van Engelse medici en hoogwaardigheidsbekleders, het stoffelijk overschot van de geëxecuteerde misdadiger George Forster met behulp van electriciteit te reanimeren (Sleigh 1998). In 1818, het jaar waarin *Frankenstein* verscheen, werden Aldini's experimenten nog eens herhaald door Andrew Ure, hoogleraar anatomie te Glasgow. Dergelijke spectaculaire demonstraties kregen veel aandacht in de toenmalige pers en verbreidden het vermoeden dat dode lichamen door elektrificatie tot leven kunnen worden gewekt. De illustraties in Galvani's boek wezen ook al enigszins in die richting, omdat kikkerpoten, in gestrekte toestand, op zichzelf een enigszins menselijke indruk maken, wat wellicht de reden is waarom in sprookjes juist kikkers in prinses veranderen. Hoe dit ook zij, experimenteren met kadavers en elektriciteit raakte in de mode en *Frankenstein* mag als een literaire overdrijving, een dramatiserende extrapolatie van toenmalige wetenschappelijke proefnemingen worden gelezen. Van de Engelse dichter Percy Bysshe Shelley is bekend dat hij destijds als student op zijn studeerkamer te Oxford elektrische experimenten verrichtte. Zijn vriend Thomas Jefferson Hogg beschreef deze experimenten als volgt:

'Shelley proceeded, with much eagerness and enthusiasm, to show me the various instruments, especially the electrical apparatus; turning round the handle very rapidly, so that the fierce, crackling sparks flew forth; and presently standing on the stool with glass feet, he begged me to work the machine until he was filled with fluid, so that his long, wild locks bristled and stood on end. Afterwards he charged a powerful battery of several large jars; labouring with vast energy and discoursing with increasing vehemence of the marvellous powers of electricity, of thunder and lightning; describing an electrical kite that he had made at home, and projecting another and an enormous one, or rather a combination of many kites, that would draw from the sky an immense volume of electricity, the whole ammunition of a mighty thunderstorm...' (Hindle 1994, p. 167).

Op het moment dat Galvani zijn baanbrekende onderzoek met kikkerlichamen verricht, ontstaat in Engeland een nieuw literair genre, de *gothic novel*, oftewel de griezelroman, waartoe ook *Frankenstein* behoort. Victor Frankenstein verlangt naar kennis, maar de moderne wetenschap kan hem niet bevredigen. Wetenschappelijke teksten zijn hem te nuchter in vergelijking met 'the unveiled wonder and mystery of nature', de ambities van wetenschappers zijn hem te beperkt in vergelijking met 'the great and unexplored ocean of truth' (p. 298). Hij geeft de voorkeur aan de fantastisch-speculatieve geschriften van alchemisten zoals Cornelius Agrippa en Paracelsus. Cornelius Agrippa (1486-1535) was de auteur van *De Occulte Philosophia* en beschouwde alchemie als de meest verheven wetenschap. Paracelsus (1493-1541) liet niet alleen een omvangrijk alchemistisch oeuvre na, maar ook een recept voor het fabriceren van een homunculus uit bloed, uitwerpse-

len en sperma. Mary was goed op de hoogte van hun ideeën. Haar vader, William Godwin, schreef een boek over de geschiedenis van de alchemie getiteld *Lives of the Necromancers*. Wanneer Frankenstein aan de Universiteit van Ingolstadt gaat studeren, is hij in feite nog een alchemist.

De ontmoeting met een echte natuurwetenschapper, de botte, nerveuze, onbeleefde en ongecultiveerde professor Krempe werkt ont-nuchterend. Krempe hecht geen enkele waarde aan boeken en drukt Frankenstein op het hart *opnieuw* te beginnen, maar die lijkt niet van zins de fantastische visioenen van zijn geliefde auteurs over levens-beginselen en levenselixers in te ruilen voor het zakelijke, ascetische wereldbeeld van Krempe. Even later ontmoet hij echter diens collega Waldmann, die moderne wetenschappelijke inzichten met beschaafde omgangsvormen weet te combineren. Hij legt geduldig uit waarom de oude literatuur, hoewel fascinerend, toch moet worden afgewezen. Frankenstein wordt voor de nieuwe wetenschap gewonnen. En Waldmann wordt wat Krempe met zijn *repulsive manner* nooit zou kunnen zijn, maar wat geen enkele ‘humanist’ voor zijn intellectuele ontwikkeling kan missen – *a true friend*.

Frankenstein maakt zich niet alleen de nieuwe wetenschappen (chemie, elektrofysica, fysiologie) eigen, hij weet zelfs belangrijke verbeteringen aan te brengen in wetenschappelijke instrumenten, al komen we niet te weten welke – de details ontbreken. Frankenstein raakt geïnvolveerd in baanbrekend onderzoek. Dag en nacht verricht hij wetenschappelijke arbeid. Hij loopt de knekelhuizen af op zoek naar bruikbaar menselijk materiaal. Hij doet al die dingen die volstrekt in strijd zijn met de *delicacy*, de gevoeligheden van de humanistische cultuur van zijn jeugd. Waar wetenschap in het geding is, mag gevoeligheid niet tellen. Na maanden van eenzame, heimelijke, lugubere arbeid is er een plotselinge, beslissende ingeving die hem in vervoering brengt: een ‘romantisch’ moment in zijn wetenschappelijke loopbaan. Plotsklaps weet hij hoe organisch materiaal tot leven kan worden gewekt. Wat zijn ontdekking precies inhoudt, welke technieken het precies betreft, daarover wensen Mary Wollstonecraft Shelley noch Victor Frankenstein iets los te laten. Het gevolg is dat Frankensteins ontdekking onvermijdelijk doet denken aan de alchemistische, Faustiaanse visioenen van Paracelsus en Agrippa. We hebben, zo lijkt het, niet met wetenschap, maar met geëlektrificeerde alchemie van doen.

Gaat *Frankenstein* wel over wetenschap? Of gaat het veeleer om een vroeg-negentiende eeuws, romantisch *beeld* van wetenschap? Gaat het om *moderne* wetenschap, of moeten we Frankenstein, net als diens literaire voorganger Faust, in de traditie der alchemisten (de *necromancers*) plaatsen die, heimelijk en in stilte, naar de middelen zochten om dode materie van het ene op het andere moment, als bij tover-

slag, tot leven te wekken? De Franse wetenschapsfilosoof Bachelard (1947) heeft de overgang van alchemie naar moderne natuurwetenschap beschreven. Voor hem is de roman *Frankenstein* een symptoom van de vervreemding die rond 1800 intreedt tussen wetenschap en buitenwacht. In de achttiende eeuw, aldus Bachelard, mag natuurwetenschap zich nog in een ruime publieke belangstelling verheugen. Wat het publiek met name in wetenschap fascineert is het spectaculaire, het amusante, het curieuze. In de achttiende eeuwse saloncultuur is wetenschap een bron van vermaak, een voorwerp voor beschaafde conversatie. Aan het einde van de achttiende eeuw echter treedt volgens Bachelard een verandering in, een 'epistemologische mutatie'. De wetenschapper wordt een arbeider. Hij bezoekt geen salons meer, maar slijt zijn dagen in – de naam zegt het al – een *laboratorium*. De wetenschap verzakelijkt. De pruijk gaat af en uit wetenschappelijke teksten verdwijnen de geestigheden, de erudiete citaten, de frivoliteiten. Wetenschap is niet langer amusant. Wetenschappelijke tekst leest men niet langer voor zijn plezier. Het beschaafde publiek wordt voortaan uit de laboratoria geweerd. De roman *Frankenstein* laat volgens Bachelard zien hoe weinig vertrouwd de buitenwacht op dat moment nog is met de dagelijkse realiteit van wetenschappelijk onderzoek. Wat voeren wetenschappers in laboratoria uit? De angst ontstaat dat deze weinig communicatieve eenlingen bezig zijn monsters te creëren.

Over wat er in Frankensteins laboratorium is voorgevallen weet Mary Wollstonecraft Shelley inderdaad weinig bijzonderheden te vermelden. Frankensteins experimentele uitrusting, chemische en elektrische apparaten, is bescheiden genoeg om in een reiskoffer te passen. Brian Gee (1989) heeft beschreven hoe 'portable laboratories' destijds wel vaker deel uitmaakten van de reisuitrusting van mannelijke leden van Frankensteins klasse, maar terwijl deze handzame laboratoria in beginsel vooral een sociaal en communicatief of educatief doel hadden – ze werden ook wel 'amusement chests' genoemd – vervreemdt Frankenstein van zijn omgeving. Hij slaat geen acht meer op *the charms of nature*, op landschappen en haar seizoenen, schuwt sociaal gezelschap en brengt de dag (vaak ook de nacht) door met *toil and labour*, in plaats van met *conversation and amusement* zoals het iemand van zijn stand betaamd. Hij maakt, net als Thomas Starzl twee eeuwen later, extreem lange dagen. Na twee jaar moeizame arbeid weet hij een nieuwe mens te creëren, een aggregaat van onderdelen. Hoe hij zijn monster precies tot leven wekt, komen we niet te weten. Hij moet min of meer op de wijze van Galvani te werk zijn gegaan: met electriciteit. Het resultaat van twee jaar arbeid wordt in Mary Shelley's beschrijving tot één quasi-alchemistische gebeurtenis gecomprimeerd. Plotseling is hij er, de nieuwe mens. Maar in plaats van een supermens, schept hij een gedrocht. In plaats van een prins, een Galvanische kikker, op menselijk formaat.

Mary Shelley's aandacht gaat niet zozeer uit naar de wetenschappelijke details, maar naar het gevoel van ontzetting en afgrijzen dat zich van Frankenstein meester maakt. Het is haar niet om wetenschap als praktijk te doen, maar om de gevoelens die door wetenschap worden opgeroepen. Ondanks Waldmanns mentorschap heeft Frankenstein zich nooit werkelijk tot de moderne wetenschap bekeerd. Frankensteins ambitie, de fabricatie van een homunculus, is een alchemistisch, en dat geldt ook voor de spectaculaire, abrupte, geheimzinnige wijze waarop hij zijn wensgedachte realiseert. Mary Shelley verzekert ons dat Frankenstein nauwgezet notities zou hebben gemaakt, maar ook daarover komen we niets te weten. Wie iets over de levenswetenschappen van omstreeks 1800 te weten wil komen, hoeft *Frankenstein* niet te lezen. Wat Mary Shelley wil beschrijven, wil analyseren, dat zijn de nieuwe gevoelens, de nieuwe dilemma's die door deze wetenschappen worden opgeroepen.

4 Frankenstein als een roman over gevoelens

Mary Shelley's roman beschrijft zoals gezegd de cultuur-*clash* tussen de extreem gevoelige, natuur- en literatuurminnende 'humanisten' en de gevoelsarme, experimenterende en manipulerende, 'positieve' wetenschappers. De roman begint met de ontmoeting tussen (al wat oudere) Frankenstein en de (jonge) avonturier Robert Walton die, net als Frankenstein, zijn idyllische, comfortabele bestaan van *ease and luxury* opgaf voor een wetenschappelijk avontuur: een ontdekkingsreis naar de Noordpool dat hem, zo hoopt hij, een plaats zal opleveren in de tempel van *consecrates names*. De Noordpool is voor hem een wonderbaarlijke, geheimzinnige macht, het symbool van de sublieme natuur, en zijn ontdekkingstocht een grandioos, romantisch, hyper-individueel en tot mislukken gedoemd project. In het immense pool-landschap ontwaart hij op een dag een gedrocht van bovenmenselijke afmetingen – het monster – op de hielen gezeten door zijn schepper. In Frankenstein ontmoet hij iemand van zijn eigen klasse, een *vriend* met een gecultiveerde smaak en verheven idealen. Waltons kajuit verandert in een humanistische enclave. Tijdens hun gesprekken, doorspekt met klassieke citaten, doet Frankenstein verslag van zijn kennismaking met de moderne wetenschap en de dramatische gevolgen, daarvan, maar waar het zijn wetenschappelijke ontdekking betreft weigert hij in details te treden.

Na zijn monster tot leven te hebben gewekt, ontvlucht hij zijn laboratorium. Hij probeert te doen alsof er niets is voorgevallen en keert terug naar de idyllische entourage van zijn jeugd: het Meer van Genève, het Mont Blanc-massief. Zijn wetenschappelijke instrumenten vervullen hem met afkeer. Hij leest Oosterse poëzie, voert intieme gesprekken, onderneemt culturele reizen, probeert zijn oude bestaan weer op te pakken, probeert rust te vinden in majestueuze berglandschappen, maar de gedachte aan *the thing, the fiend, the foe, the being whom I had cast among mankind* laat hem niet los. Een gevaarlijk artefact is uit het laboratorium – dat wil zeggen aan de controle van de onderzoeker – ontsnapt. Terugkeer naar de staat van onschuld blijkt niet mogelijk. Hij beseft dat hij de mensheid (zijn intimi in het bijzonder) aan een ontzaglijk gevaar heeft blootgesteld. Het monster zoekt hem op om hem ter verantwoording te roepen. 'For the first time', vertelt Frankenstein, 'I felt what the duties of a creator towards his creature were...' (p. 366). Het monster vertelt zijn levensverhaal, hoe hij werkelijk alles heeft gedaan om in de mensenwereld te integreren, hoe hij leerde converseren, hoe hij zich *manners, sentiments* en *feelings*

eigen maakte, hoe hij klassieke literaire teksten leerde lezen, zoals Milton's *Paradise Lost*, waarin hij zijn eigen scheppingsverhaal herkent, met dit verschil dat Frankenstein (in tegenstelling tot God) zijn verantwoordelijkheid jegens zijn schepsel niet beseft. De inburgering in de humanistische cultuur mislukt. Nu hij voor zijn schepper staat eist hij dat Frankenstein een tweede monster fabriceert, een vrouwelijke metgezel: 'I demand a creature of another sex ... it shall content me ... we shall be monsters...'. Frankenstein stemt in, gaat weer aan het werk, maar de smerige arbeid, de *toil and labour* staan hem tegen. Hij reist naar Engeland omdat hij iets heeft opgevangen over nieuwe wetenschappelijke ontdekkingen aldaar, maar de details ontbreken. Na terugkeer zal hij met zijn verloofde Elisabeth trouwen, maar zolang het monster, dat hij met zijn eigen handen fabriceerde, hem achtervolgt, vervult de gedachte aan een echtelijke verbintenis hem met *horror and dismay*. De reis voert door Romantische landschappen (De Rijn, het *Lake District*), maar Frankenstein kan er niet meer van genieten. Uiteindelijk komt hij op de Orkney-eilanden terecht, een *gothic*, huiveringwekkend landschap bij uitstek. Daar zal hij zijn arbeid voltooien. *I sat one evening in my laboratory...* en denkt na over de mogelijke gevolgen van zijn nieuwe project. De beide monsters zouden zich kunnen gaan voortplanten. Er zou een nieuwe variëteit of soort – *species* – kunnen ontstaan, die een bedreiging zou kunnen vormen voor het menselijke ras. Op dat moment vertoont zich het afzichtelijke monster, in het maanlicht. Frankenstein vernietigt het bijna voltooide vrouwenlichaam, het monster spreekt een verschrikkelijke dreiging uit: *I shall be with thee on thy wedding-night!* Wat volgt is een romantisch verhaal waarbij Frankenstein en het monster elkaar bij toerbeurt achtervolgen en met verwijten overstelpen, een verhaal met kerkers, valse beschuldigingen, hartstochtelijke brieven, dramatische rechtszaken en – voornamelijk – een *happy end*. Alleen Frankenstein *zelf* beseft hoe verkeerd het nog kan aflopen, maar hij wenst zijn geheim met niemand te delen. Dan volgt de huwelijksnacht. Ook daarvan kan hij niet genieten. Met de hand om zijn pistool geklemd wacht hij het monster op, terwijl Elisabeth gaat slapen. *The fiend* komt inderdaad, vermoordt Elisabeth en vlucht, waarop Frankenstein de achtervolging inzet die hem naar het poollandschap zal voeren, waar hij in Waltons kajuit aan uitputting overlijdt. Tevergeefs probeert Walton op de valreep meer wetenschappelijke informatie los te krijgen:

"Sometimes I endeavoured to gain from Frankenstein the particulars of his creature's formation, but on this point he was impenetrable" (p. 483).

Frankenstein is wel bereid om over literatuur en ethiek te praten, maar over wetenschap geen woord. Hij beseft uiteindelijk dat zijn verantwoordelijkheid jegens de mensheid groter was dan die jegens het schepsel dat hij fabriceerde.

Frankenstein is een roman over de *angst voor wetenschap*. Een gevaarlijk artefact weet uit het laboratorium te ontsnappen. Een idyllische buitenwereld wordt op catastrofale wijze beschadigd. Wanneer *containment* mislukt opteert Frankenstein voor exterminatie. *Frankenstein* is een extrapolatie van Galvani's experimenten met geprepareerde kikkers naar de mens. Frankenstein blijft echter een tovenaarsleerling, een volgeling van Agricola en Paracelsus, eerder dan van Waldmann of Krempe. Zijn wetenschap is geëlektrificeerde alchemie. Het nieuwe dat hij fabriceert, verschijnt als bij toverslag, en min of meer compleet.

De moraal van het verhaal is al even complex als het verhaal zelf. Stephen Jay Gould windt zich op over het feit dat verfilmingen (met name de beroemde verfilming uit 1931 met Boris Karloff als het Monster) een andere moraal uitdragen dan de roman zelf. Genoemde film begint met een proloog waarin wordt aangekondigd dat het over een wetenschapper zal gaan die voor God wilde spelen: 'a man of science who sought to create a man after his own image without reckoning upon God' (Gould 1996, p. 53). In *The Bride of Frankenstein* uit 1935 legt Mary Shelley aan het begin van de film een vergelijkbare verklaring af: 'My purpose was to write a moral lesson of the punishment that befell a mortal man who dared to emulate God' (l.c.). Zoals Gould terecht opmerkt, ontbreekt dit element in de roman. Mary Shelley was vrijzinnig en progressief. Zij was niet anti-wetenschap. Toch dreigt ook Gould de moraal van het verhaal te simplificeren. Hij heeft gelijk wanneer hij zegt dat Mary Shelley geen moratorium op wetenschappelijk onderzoek bepleitte. Victors vergrijp is dat hij verzuimt tijdig met anderen (zijn docenten, zijn intimi) over zijn plannen en ervaringen te communiceren, en dat het zo lang duurt voordat hij bereid is zijn verantwoordelijkheid te nemen voor het door hem gefabriceerde artefact. We mogen echter niet vergeten dat in *Frankenstein* uitdrukkelijk een vergelijking wordt gemaakt met *Paradise Lost*, dat wil zeggen met de schepping van de mens door God. De vraag van de roman is, of de mens in moreel opzicht wel tegen Frankensteins project is opgewassen. Daar komt bij dat de supermens die Frankenstein (als optimistische onderzoeker) had willen creëren, in werkelijkheid een gedrocht is. Anders gezegd, de resultaten van biotechnologische initiatieven kunnen maar gedeeltelijk worden voorzien, en dit maakt terughoudendheid noodzakelijk. Anders gezegd, we zouden in *Frankenstein* een pleidooi *avant la lettre* voor het voorzorgsprincipe ('precautionary principle') kunnen lezen. Ook mogen we niet vergeten dat Victors onvermogen om met zijn omgeving te communiceren direct voortkwam uit *de wijze waarop* hij zijn onderzoek verrichtte. Zijn omgang met menselijke lichaamsdelen was weinig delicaat, en dit bemoeilijkt de communicatie met anderen. Het was eenvoudigweg onmogelijk zijn intimi een blik in zijn laboratorium te gunnen. Het gefabriceerde artefact was een gedrocht en zijn wetenschappelijke werk was smerig, Frankenstein *kon* niet spreken, eenvoudigweg omdat de wetenschap-

per enerzijds en de beschaafde buitenwereld anderzijds tot twee totaal verschillende culturen waren gaan behoren.

De dimensie tijd speelt in *Frankenstein* een opmerkelijke rol. Echte wetenschap neemt aanzienlijk meer tijd in beslag dan het quasi-alchemistische project van Frankenstein. Wetenschappelijke arbeid is een accumulatie van kleine stappen, tijdrovende verrichtingen, verspreid over een veelvoud aan projecten. Door de afwezigheid van wetenschappelijke details wordt Frankensteins verrichting tot één dramatische handeling gecomprimeerd. Ook de ethische beoordeling krijgt daarmee een alles-of-niets karakter. Moet Victor voor het welzijn van de mensheid kiezen of voor het welzijn van zijn artefact? In werkelijkheid heeft ook de ethische dimensie van wetenschap een chronisch karakter. In deze reductie van de dimensie tijd, en in de reductie van de ethische dimensie tot één dramatische keuze, voor of tegen, manifesteert zich de vervreemding die rond 1800 intrad tussen wetenschap en buitenwacht. Voor de publieke blik geldt namelijk wel degelijk dat het nieuwe, onrustbarende wetenschappelijke artefact *plotse-ling* verschijnt. De jaren van voorbereiding in het laboratorium onttrekken zich goeddeels aan het gezichtsveld. Frankenstein weigerde met zijn omgeving over zijn project te communiceren. Zelfs nadat het monster is ontsnapt houdt hij de zaak geheim. Door dit gebrek aan communicatie verschijnt het nieuwe *uit het niets*. Wat Frankenstein in een minimum aan tijd realiseert, namelijk de uitwisselbaarheid en recyclebaarheid van lichaamsdelen, is in werkelijkheid een langdurig en over een lange reeks van deelprojecten verspreid proces, waarvan de consequenties Anno Nu pas zichtbaar worden. De manipuleerbaarheid, de plasticiteit van het lichaam nam daarbij geleidelijk toe.

Anders gezegd, in werkelijkheid valt het project 'Frankenstein' (negatieve variant) of 'd'Alembert' (positieve variant) in een reeks van deelprojecten uiteen. Rond 1800 gaat het in feite nog om pure fantasie. Over de oplossingen die Frankenstein bedacht voor problemen zoals afstoting, bloedgroepen, weefselpreservatie of infecties ontbreekt ieder woord. Inmiddels echter is een aantal van de betrokken deelprojecten (geheel of gedeeltelijk) gerealiseerd. Bij elkaar opgeteld vormen deze projecten een *Gesamt-Bild*, een *Gestalt* waarin de contouren van het oorspronkelijke project kunnen worden herkend. Telkens wanneer de biotechnologie vooruitgang boekt, worden de oorspronkelijke reacties (enthousiasme dan wel angst) geactiveerd. Sinds *Frankenstein* zijn de condities van wetenschap, en is vooral ook het publieke beeld van wetenschap drastisch veranderd. Zoals de alchemist met zijn geheimzinnige boeken en instrumenten plaats maakte voor de salonwetenschapper met zijn pruik en zijn sierlijke glaswerk, zo maakte laatstgenoemde plaats voor de moderne onderzoeker – achter een operatietafel (waar hij vivisectie pleegt), in het laboratorium (waar hij een reageerbuis tegen het licht houdt), achter een microscoop (waarmee hij chromosomen bestudeert) of achter een

computerschermbild (alwaar hij DNA recombineert). Toch wordt in al deze gestalten zo nu en dan het silhouet van Frankenstein herkend. Frankenstein is een 'moderne mythe' geworden, aldus Turney (1998), een archetype dat zich in het publieke onbewuste nestelde en door concrete mediaberichten geactiveerd wordt. Wanneer we actuele gevoelens van angst of enthousiasme ten opzichte van de biowetenschappen willen begrijpen, moeten we beseffen dat deze reacties niet enkel reageren op de actuele gebeurtenis als zodanig, maar ook op het onderliggende idee of archetype waaraan die gebeurtenis beantwoordt.

In *Frankenstein* is de dimensie tijd maximaal gecomprimeerd. In de nu volgende paragrafen wil ik de werkelijke geschiedenis van de biotechnologie, en dan met name de transplantatiegeneeskunde, bespreken aan de hand van een aantal belangrijke deelprojecten. Al deze projecten verwijzen naar het beeld (schrikbeeld dan wel droombeeld) van het lichaam als een aggregaat van vervangbare en uitwisselbare elementen. De eerste vorm van uitwisseling die ik bespreek is 'bloedtransfusie'. In eerste instantie betreft het *directe* uitwisseling van donor naar ontvanger die zich (letterlijk en figuurlijk) in elkaars nabijheid bevinden. Ze bevinden zich gelijktijdig in dezelfde ruimte. Bloed heeft zich nog niet verzelfstandigd, het is buiten het lichaam nog niet houdbaar, het is nog geen grondstof van bloedproducten. Later worden technieken ontwikkeld die de verzelfstandiging bevorderen. De afstand tussen donor en ontvanger neemt toe. Het wordt mogelijk bloed voor langere tijd te bewaren en tot afzonderlijke bloedproducten te verwerken. Donor en ontvanger hoeven zich niet langer op hetzelfde moment in dezelfde ruimte te bevinden. Ze hoeven elkaar niet meer te kennen of te zien, ze hoeven elkaar niet meer te ontmoeten. Bloeddonatie anonimiseert.

Het tweede project dat ik bespreek betreft het eerste complete orgaan dat voor transplantatie in aanmerking kwam, een dubbelorgaan: de testikel. Later verschuift de aandacht echter naar andere dubbelorganen, met name de nier. Voor de Frans-Amerikaanse arts Alexis Carrel is in de vroege geschiedenis van de transplantatiegeneeskunde een belangrijke rol weggelegd. Hij brengt belangrijke technische verbeteringen aan (met name op het gebied van anastomose en preservatie). Dit wordt nog eens onderstreept wanneer in maart 2000 vijf gekloonde biggetjes worden genomen, waarvan er twee naar hem worden genoemd, namelijk Alexis en Carrel. Hun geboorte werd als een belangrijke stap gezien op weg naar xenotransplantatie en *tissue engineering* blijken recente hoofdstukken in een lange geschiedenis.

Project 1:

Bloedtransfusie (Karl Landsteiner)

In het jaar 1900 ontdekt Karl Landsteiner (1868-1943) de bloedgroepen A, B en O. De letters verwijzen naar chemische substanties (N-acetylglucosamine en N-acetylgalactosamine) die zich op de rode bloedlichaampjes bevinden. Wanneer bloedtransfusie plaatsvindt van een donor met bloedgroep A naar een ontvanger met bloedgroep B of O, leidt dat tot de productie van antistoffen bij de ontvanger. Er treedt dan samenklontering (agglutinatie) op. De antistoffen bewaken de 'integriteit' van het bloed. 'O' is de aanduiding voor bloed waarin beide factoren afwezig zijn. Bloed van dit type kan in principe aan elke ontvanger worden toegediend. In 1902 wordt ook nog bloedgroep AB (waarin beide factoren aanwezig zijn) ontdekt. Landsteiner werkte aanvankelijk in Wenen, vervolgens in Den Haag, maar aanvaardde in 1922 een aanstelling bij het vermaarde *Rockefeller Institute for Medical Research* te New York, dat in de ontwikkeling van biotechnologie een cruciale rol speelde en in dit rapport nog vaker genoemd zal worden. Biotechnologisch onderzoek begint zich naar grote onderzoekscentra te verplaatsen. Landsteiners ontdekking maakte veilige bloedtransfusies mogelijk. Het is het vertrekpunt van de transplantatiegeneeskunde, enerzijds omdat transplantaties zonder bloedtransfusie in feite ondenkbaar zijn, anderzijds omdat bloed zelf als een orgaan, en transfusie als een vorm van weefseltransplantatie kan worden opgevat.

Een van de eerste gedocumenteerde pogingen om bloed intraveneus te transplanteren betrof paus Innocentius VIII die, toen hij ten gevolge van een ziekte ernstig verzwakt was, bloed van drie gezonde jongens ontving (Hagen 1982). Zowel de drie donoren als de paus moesten dit experiment met de dood bekopen. In 1665 brengen Christopher Wren en Richard Lower, leden van de *Royal Society*, bloed afkomstig uit de slagader van een hond over in de ader van een andere hond en in 1667 ontvangt een zwakzinnige man een hoeveelheid bloed afkomstig van een lam (Ornstein 1975). In datzelfde jaar past Jean Baptiste Denis een soortgelijke bloedtransfusie toe bij een vijftienjarige jongen die herhaaldelijk een aderslating had ondergaan. Wanneer een jaar later een van zijn patiënten aan de gevolgen van een transfusie met lamsbloed sterft, heeft dit een rechtszaak tot gevolg. Uiteindelijk wordt bloedtransfusie niet alleen door de paus, maar ook door wereldlijke overheden verboden. Transfusie wordt getroffen door een moratorium dat pas dankzij Landsteiners ontdekking kon worden opgeheven. In 1907 begint men bloed van ontvangers en donoren te typeren en te *matchen*. Bloedgroep O komt in gebruik als universeel donorbloed.

In 1914 wordt een anti-stollingsmiddel (sodium citraat) ontwikkeld, dat het mogelijk maakt bloed voor langere tijd te bewaren, zodat de

transfusie niet langer direct van donor naar ontvanger hoeft plaats te vinden. Vanaf dat moment neemt de afstand tussen donor en ontvanger toe. De ontdekking van het anti-stollingsmiddel maakt het mogelijk omvangrijke bloedvoorraden aan te leggen, en die ontdekking komt precies op tijd. De Eerste Wereldoorlog creëert immers een ongekend grote vraag naar bloed. Ook de Tweede Wereldoorlog is van grote invloed geweest op de geschiedenis van *blood-recycling*. In 1940 krijgt Edwin Cohn van de Amerikaanse marine het verzoek onderzoek te doen naar de mogelijkheid om bloed afkomstig van runderen zodanig te bewerken dat het geschikt wordt voor transfusiedoeleinden (Creager 1999). De gigantische hoeveelheden runderbloed, afvalproduct van de Amerikaanse slachthuizen, zou op die manier voor oorlogsdoeleinden beschikbaar komen. Het project mislukt, maar levert wel belangrijke technieken op om bloed te 'fractioneren', dat wil zeggen in bruikbare componenten uiteen te laten vallen. Cohn wordt een publieke figuur en de rekrutering van bloeddonoren een zaak van nationaal belang. Andere innovaties volgen. In 1950 wordt glas als verpakkingsmateriaal door plastic vervangen, wat transport over langere afstand mogelijk maakt. De individuele, rechtstreekse bloeddonatie, door echtgenoten of verwanten, heeft nu definitief plaatsgemaakt voor een internationale industrie die miljoenen liters per jaar inzamelt en tot een groot aantal bloedproducten verwerkt (zoals plasma, factor VIII, immunoglobine en albumine). De bloeddonor anonimiseert. De ruimte tussen donor en recipiënt expandeert. Tussen beide polen nestelt zich een complex netwerk van bloedbanken, transfusietechnieken, transfusieartsen, enzovoorts. Angela Creager benadrukt dat deze ontwikkelingen op hematologisch gebied van grote betekenis zijn geweest voor de geschiedenis van het menselijk lichaam ('the fragmentary and redistributed human body') als zodanig. Zij schrijft:

The circulation of blood and its parts among donors, industries, hospitals, laboratories, and patients set a precedent for the medical exchange of many other body constituents... From organ transplants to the donation and sale of gametes for in vitro fertilization, biomedical technologies have permitted the increasing bodily fragmentation and reassembly of individuals... In the laboratories of biochemists, immunologists, and molecular biologists the material boundaries of the body have been challenged (1999, p. 400).

Bloed wordt bovendien commercieel interessant. Bloed als intieme lichamelijke substantie ondergaat als het ware een transformatie. Het verandert van *gift* in *merchandise*, van een 'donatie' in een waar (Hagen 1982). Derde Wereldlanden exporteren grote hoeveelheden bloed naar firma's in het Westen, met name de Verenigde Staten. Ondanks de toename van de bloedvoorraad in absolute zin, neemt de vraag naar bloed (en bijgevolg de schaarste aan bloed) steeds verder toe, met name door de ontwikkeling van nieuwe bloedproducten –

bloed is een *grondstof* geworden. In de jaren tachtig wordt de gigantische bloedvoorraad bedreigd door nieuwe infectieziekten, met name Hepatitis-B en HIV, die permanente *monitoring*, en indien nodig zelfs massale destructie van bloed noodzakelijk maken.

Bloed is, als lichaamsmateriaal, betrekkelijk toegankelijk. Het lag voor de hand dat de transformatie van het menselijk lichaam in een aggregaat van uitwisselbare componenten bij bloed begon. Nieuwe biotechnologische ontwikkelingen zullen voor de productie en distributie van bloedproducten ongetwijfeld vergaande consequenties hebben. Ook hier zullen, dankzij *tissue engineering*, nieuwe mogelijkheden beschikbaar komen. De verwachting is dat bijvoorbeeld genetisch gemodificeerde micro-organismen in de toekomst als producenten van bepaalde bloedproducten (zoals immunoglobine of albumine) gaan fungeren. Alvorens hier nader op in te gaan wil ik echter eerst een aantal andere 'deelprojecten' bespreken.

Project 2:

Testikeltransplantatie

In 1889 rapporteerde de toen 72-jarige Franse arts Charles Eduard Brown-Séquard een aanzienlijke toename van vitaliteit nadat hij zichzelf met testispreparaten, afkomstig van honden, had geïnjecteerd. Dit bericht, dat in eerste instantie alom hilariteit wekte, was het begin van transplantatie van testisweefsel als verjongingskuur en als remedie voor een lange reeks aandoeningen, variërend van diabetes en debiliteit tot en met homoseksualiteit (Barten 1997, Rogge 1922, Lyons Hunt 1922). Eerder had Brown-Séquard al vastgesteld dat vitaliteit en potentie afnemen ten gevolge van veroudering en overmatig masturberen. Hij nam een testikel weg bij een jonge hond, sneed het orgaan in stukjes, vermengde het met water en injecteerde zichzelf met het vocht dat na filtratie overbleef. Voorafgaande aan het experiment kon hij een gewicht van rond de 34 kilo tillen, na de injecties echter een gewicht van rond de 41 kilo. Zijn urinestraal was nu krachtiger en hield langer aan. Na verloop van tijd trad weer de oude situatie van zwakte in. In de periode 1913-1922 verschenen diverse publicaties waarin de dramatische effecten van testistransplantatie werden beschreven.

De Amerikaanse arts Leo Stanley doet in 1922 verslag van een reeks succesvolle experimenten met testisweefsel afkomstig van geëxecuteerde gevangenen en en dieren. Van de publiciteit rond testikeltransplantatie (van dier naar mens) als verjongingskuur moet Stanley niet veel hebben. Dat prikkelt slechts de fascinatie van het grote publiek voor het sensationele. Wat hij bepleit is nuchter onderzoek. Zijn steekproef omvat 550 proefpersonen, voor het merendeel gedetineer-

den van de California State Prison (San Quentin). Het voordeel van het werken met gevangenen, aldus Stanley, is dat ze qua opleiding, dagritme en omgevingsvariabelen een min of meer homogene populatie vormen die ook nog eens nauwgezet en langdurig kan worden gevolgd. De oude associatie tussen strafpraktijk en recycling van lichaamsweefsel doet ook hier opgeld.

Testikels afkomstig van honden worden door Stanley in plakjes gesneden en geïmplanteerd. De proefpersonen worden gevraagd hun ervaringen schriftelijk te rapporteren. Ook beschrijft Stanley de resultaten van transplantatie van testisweefsel afkomstig van geëxecuteerde gevangenen naar seniele patiënten. Deze praktijk, die hedendaagse lezers wellicht met *horror* vervult en die, in de woorden van Victor Frankenstein, als *insupportable to the delicacy of the human feelings* zal worden ervaren, wordt door Stanley in bondige en zakelijke bewoordingen afgedaan. Zoals Frankenstein de knekelhuizen bezoekt, zo bezoekt Stanley ruim honderd jaar later de executiecentra op zoek naar bruikbaar materiaal. Een deel van Frankensteins project, zo lijkt het, is werkelijkheid geworden.

In de jaren twintig oogstte transplantatie van testisweefsel afkomstig van geiten en primaten door Serge Voronoff veel enthousiasme bij het grote publiek, hoewel het om een uiterst primitieve vorm van 'transplantatie' ging – er vond geen vascularisatie plaats. De organen verschrompelden om uiteindelijk spoorloos te verdwijnen. De opzet van de meeste experimenten was methodologisch gezien inadequaat en de gerapporteerde resultaten moeten voor een belangrijk deel worden toegeschreven aan het placebo-effect. De ontdekking van testosteron in 1935 maakte abrupt een einde aan testistransplantatie als verjongingskuur.

Een hoofdrol daarbij was weggelegd voor de Weense arts Eugen Steinach, vriend en tijdgenoot van Freud. Sinds mensenheugenis, aldus Steinach (1940), beschikken fokkers, veehouders en niet te vergeten slavenhouders over praktische kennis inzake de gevolgen van testikeluitname oftewel castratie. Toch waren de gevolgen van het verwijderen van geslachtsorganen nooit wetenschappelijk bestudeerd. Steinachs castratie- en reïmplantiëonderzoek (tussen 1894 en 1914) vindt goeddeels bij ratten plaats, maar toepassing bij de mens ligt in het verschiet. In 1915 verricht hij – klaarblijkelijk met succes – een implantatie van een testikel bij een soldaat die aan het front ontmand was geraakt. De ingrepen bij donor en ontvanger werden gelijktijdig verricht, de betrokkenen bevonden zich in dezelfde ruimte. De afstand tussen donor en ontvanger was minimaal. De testikel werd doormidden gesneden om vascularisatie te bevorderen. Hoe een donor bereid werd gevonden een testikel af te staan wordt niet vermeld, maar Victor Lespinasse, die al in 1911 een testikeltransplantatie bij een menselijke patiënt verrichtte, schreef hierover het volgende:

A testicle from a normal man was easily obtained. In fact, I was surprised at the number of testicles that are available for transplantation purposes (p. 1869).

Ook nu vinden orgaanuitname en implantatie vrijwel gelijktijdig en in dezelfde ruimte plaats. Voor Steinach was de testikeltransplantatie van mens naar mens slechts een *terzijde*. In feite was hij niet in transplantatiegeneeskunde maar in endocrinologie geïnteresseerd. Hij schreef zijn boek om een einde te maken aan het misplaatste enthousiasme onder het grote publiek inzake testistransplantatie als verjongingskuur. Zijn onderzoek culmineert uiteindelijk in de isolatie en chemische analyse van het mannelijke geslachtshormoon testosteron ($C_{19}H_{30}O_2$), dat testistransplantatie als ‘verjongingskuur’ definitief overbodig maakte.

Terwijl bij Voronoff vascularisatie vrijwel achterwege bleef, was ook de techniek van Steinach (het in plakjes snijden van donororganen) nog betrekkelijk primitief. Verschrompeling van het orgaan was ook in zijn geval een kwestie van tijd. Men beschikte niet over de juiste technieken om organen met bloedvaten, en bloedvaten met bloedvaten, te verbinden (met een technische term: anastomose). In 1902 echter had de Franse arts (en latere Nobelprijswinnaar) Alexis Carrel al een artikel gepubliceerd over een nieuwe techniek voor anastomose van bloedvaten.

Project 3:

Anastomose en orgaanpreservatie

(Alexis Carrel)

Toen Alexis Carrel (1873-1944) vaststelde dat zijn docenten aan de Universiteit van Lyon niet of nauwelijks in staat waren bloedvaten aan elkaar te hechten, zocht hij contact met een borduurster, Mademoiselle Leroudier, die hem de kneepjes van haar vak leerde. De handigheid die hij zich met haar hulp eigen maakte, vormde de basis van zijn wetenschappelijke succes. Tegelijkertijd gebeurde er iets dat zijn positie als wetenschapper in Frankrijk onmogelijk maakte. Hij nam (met tegenzin) deel aan een bedevaart naar Lourdes, als medisch begeleider van een doodzieke patiënte, maar was getuige van haar wonderbaarlijke genezing, en werd religieus. Zijn publicatie over deze ervaring betekende het einde van zijn loopbaan in Frankrijk. In 1904 emigreerde hij naar de Verenigde Staten. In 1906 trad hij toe tot het reeds genoemde *Rockefeller Institute for Medical Research*.

In 1905 wist hij de poot van een hond te amputeren en vervolgens weer aan het lichaam te bevestigen. Hij begon te experimenteren met

niertransplantatie en ontwikkelde een methode om bloedvaten voor langere tijd te bewaren. Samen met Charles Lindbergh ontwikkelde hij een methode om complete organen te conserveren, door middel van een machine die het orgaan van zuurstof voorzag. Naast wetenschappelijke boeken zoals *The Transplantation of Organs* [1914] en *Tissue Culture* [1936] was hij een auteur van religieuze boeken zoals *L'homme, cet inconnu* [1935] en *La prière* [1944]. In 1912 ontving hij de Nobelprijs. In maart 2000 maakten de media wereldwijd melding van de geboorte van vijf gekloneerde biggetjes. Twee van hen waren naar hem genoemd: *Alexis* en *Carrel*.

Dankzij de technieken die Carrel ontwikkelde, met name op het gebied van anastomose en preservatie, kon de afstand tussen donor en ontvanger verder toenemen, zowel in ruimte als in tijd. De donor kon verder anonimiseren. Mede dankzij Carrel kunnen orgaanuitname en orgaanimplantatie als discrete, op zichzelf staande, autonome ingrepen worden opgevat. Hoewel ze nog altijd naar elkaar verwijzen, zijn het verrichtingen die op verschillende tijdstippen en op verschillende locaties kunnen worden uitgevoerd. Het beeld van het lichaam als een aggregaat van vervangbare en uitwisselbare onderdelen wint aan realiteitsgehalte. De grens tussen lichamen van individuen, en tussen mens en dier, wordt permeabel. Carrel ontdekte hoe men weefsels (bloedvaten) of zelfs complete organen buiten het lichaam in goede conditie kan houden. Daar komt bij dat Carrel in hoge mate een *visible scientist* (Goodell 1977) was, wiens wetenschappelijke arbeid zich niet in stilte en afzondering voltrok maar zichtbaar was voor (en tot de verbeelding sprak van) een omvangrijk, krantenlezend publiek. Bij dit publiek ontwikkelde zich een 'Frankensteinian vision of Carrel's achievements', met name van zijn prestaties op het gebied van orgaanpreservatie, aldus Turney (1998).

Project 4:

'Creating life in the laboratory'

(Jacques Loeb)

De bioloog Jacques Loeb (1859-1924), tijdgenoot van Steinach en Freud, werd opgeleid door vooraanstaande Duitse fysiologen, maar emigreerde in 1891 naar de Verenigde Staten. In 1910 trad ook Loeb toe tot het *Rockefeller Institute for Medical Research*. Voor de Duitse fysiologie was het onderscheid *normaal* versus *pathologisch* maatgevend. Fysiologisch onderzoek stond in dienst van een geneeskunde die zich tot doel stelde normaliteit te herstellen. De natuur, de natuurlijke situatie, de toestand van normaliteit bleef de norm. In laboratoria bracht men pathologie bij proefdieren tweeweg om te zien op welke wijze normaliteit hersteld kon worden. Wat Loeb daaren-

tegen voor ogen stond was een biotechnologie die de mens in staat zou stellen de natuur drastisch te corrigeren, te manipuleren, te transformeren (Pauly 1981). Waarom zouden we genoeg nemen met 'normaliteit'? Waarom zouden we zomaar genoeg nemen met onze anatomie?

Kort na zijn emigratie naar de Verenigde Staten wist Loeb met behulp van zoutoplossingen bij niet-bevruchte eicellen van zeeëgels embryologische ontwikkeling op gang te brengen. Dit gebeurt normaliter alleen wanneer de eicel door een zaadcel is bevrucht (Loeb 1899/1905, pp. 539 e.v.). Hij slaagde erin een complex, natuurlijk proces effectief te manipuleren. Onder gunstige omstandigheden zijn mannelijke zeeëgels in feite overbodig. Het toedienen van bepaalde chemische substanties aan het milieu kan celdeling opwekken, met een technische term: artificiële parthenogenese. Loeb's collega T.H Morgan had weliswaar opgemerkt dat de eicellen van sommige primitieve organismen in zeewater spontaan tot deling kunnen overgaan, maar had dit nog als een 'pathologisch' fenomeen aangeduid (Loeb 1899/1905, p. 540). In Loeb's publicatie wordt dit fenomeen niet langer als pathologisch gekwalificeerd. Hij spreekt de overtuiging uit dat in de toekomst *complete parthenogenesis in mammals* – lees 'mensen' – mogelijk zal zijn (p. 543). Hoewel Diderot of d'Alembert niet worden genoemd, appelleert deze anticipatie onmiskenbaar aan hun droom: ont koppeling van seksualiteit en voortplanting door artificiële uitwisseling van geslachtscellen of zelfs celdeling zonder bevruchting.

Voor Loeb was de natuur zoals zij is niet interessant. Hij beschouwde haar als het ruwe materiaal waarmee de 'medisch ingenieur', de biotechnoloog werkt. Datgene wat de natuur in de loop van een moeizaam en langdurig evolutieproces had weten te realiseren, was maar een fractie van wat in het laboratorium aan mogelijkheden gerealiseerd kon worden. In een laboratorium kon men veel sneller en doelmatiger te werk gaan. Het laboratorium maakte het mogelijk de dimensie tijd te comprimeren. Natuurlijke voortplanting, aldus Loeb, zou spoedig tot het verleden kunnen behoren. De natuurlijke methode hoefde niet langer geromantiseerd te worden, haar restricties en defecten zouden vatbaar blijken voor correctie. Stap voor stap moet de natuurlijke situatie worden vervangen door iets beters. Fysiologie en geneeskunde, lange tijd gericht op herstel van normaliteit, moeten manipulatieve, transformerende wetenschappen worden. Loeb wil de natuur niet begrijpen maar transformeren. Biologie wordt biotechnologie.

Door manipulatie van milieu-factoren (met name zuurstofdeprivatie) weet Loeb de levensduur van organismen drastisch te verlengen. Zijn wetenschappelijke publicaties zijn zakelijk, maar in kranteninterviews laat hij zich verleiden tot hardop nadenken over toekomstige toepassingen bij de mens. Op termijn zullen zaken als *in vitro fertili-*

satie en *rejuvenatie* ook bij de mens mogelijk zijn, meent hij. Het is de taak van de wetenschap de natuur te verbeteren, natuurlijke restricties te overstijgen. Vrouwen zullen zich in de toekomst niet langer genoodzaakt zien een man te huwen om kinderen te krijgen. Loeb's onderzoeken trekken de aandacht. Ook hij is een *visible scientist*. Jonge meisjes wagen zich niet langer in zee en onvruchtbare echt)paren schrijven emotionele brieven waarin ze Loeb smeken hen kinderen te schenken. In krantenartikelen wordt hij met Frankenstein vergeleken, met name vanwege zijn optimistische voorspellingen inzake het drastisch verleggen van de natuurlijke leeftijdsgrens: 'Science claims it can stay death' (New York Journal 1.1.1902), 'But who wishes to live forever?' (Detroit Free Press 1.1.1902). Afgaande op dergelijke krantenkoppen moet destijds de indruk hebben bestaan dat het creëren van leven in het laboratorium een kwestie van tijd was. 'Chemical creation of life' kopt de New York Times op 1 maart 1905. En een aantal jaren later komen Carrel en Loeb samen aan het woord in een artikel dat onder de kop 'Creating life in the laboratory' in *Cosmopolitan* verschijnt.

De euforie is echter van korte duur. Spoedig ontdekken biologen zoals Sherrington, Henderson en Cannon dat fysiologische processen met name op celniveau aanzienlijk complexer en delicaat zijn dan Loeb en anderen meenden. Effectieve manipulatie moet vooralsnog als een droombeeld worden afgedaan. Biologie wordt weer moeizame laboratoriumarbeid, voorlopig zonder sensationele implicaties. Enthousiaste anticipaties op toekomstige biotechnologische ontwikkelingen waren echter niet het voorrecht van experimentele biologen zoals Loeb. Ook romanschrijvers waagden zich aan voorspellingen. Zoals de experimenten van Galvani destijds samenvielen met de opkomst van de *gothic novel*, zo is nu sprake van een opvallende gelijktijdigheid tussen de experimenten en publicaties van Loeb en Carrel en de opkomst van *science fiction* als literair genre.

Project 5:

Laboratoriumliteratuur

(H.G. Wells c.s.)

Herbert George Wells (1866-1946) studeerde biologie aan de *Normal School of Science* te London. Thomas H. Huxley was zijn belangrijkste docent. Hij schreef een aantal biologische teksten en in 1930 publiceerde hij samen met G.P. Wells (zijn zoon) en Julian Huxley (de broer van Aldous) het boek *The Science of Life*, een overzicht van de biologie op dat moment, dat vooral dienst deed als handboek voor studenten en waarin ook het werk van Loeb, Steinach, Voronoff en anderen werd besproken. Naar aanleiding van het onderzoek van Loeb vragen de

auteurs zich bijvoorbeeld af of deze techniek in de toekomst ook op zoogdieren (lees: mensen) zal worden toegepast. Zij schrijven:

In mammals the ovum is inaccessible to the experimenter, so that we do not know whether artificial parthenogenesis is possible. There is no reason to suppose that it is not... (1930/1937, p. 509).

Wanneer kunstmatige uitwisseling van erfelijk materiaal ook bij zoogdieren mogelijk zal blijken, dan zal dit het einde betekenen van de twee-eenheid voortplanting/seksualiteit:

Once more it becomes evident to us that sex is imposed upon reproduction and is in its essence a different thing (p. 510).

Dit is, bijna letterlijk, een citaat uit *Le Rêve de d'Alembert*. Over Voronoff schrijven ze:

The experiments of Voronoff on gland-grafting and the exploitation of them by a section of the daily press have made rejuvenation a subject of general interest (p. 604).

Naar aanleiding van deze en andere biotechnologische experimenten vragen de auteurs zich onder meer af of het in de toekomst mogelijk zal zijn het geslacht van kinderen te bepalen door zaadcellen voorafgaande aan bevruchting te selecteren, bij voorbeeld met behulp van een centrifuge. Ook de mogelijkheid van xenotransplantatie en *tissue engineering* wordt aangeroerd. De biotechnoloog van de toekomst zal organisch weefsel buiten het lichaam kunnen kweken:

It is perfectly possible that man will do these things with animal bodies in the near future... The tissue cultivator takes bits of muscle or nerve or kidney and grows them for years in his incubators, quite isolated from the rest of the body... It may even prove possible to operate directly on germ-plasm... A quality of phantasia comes into our writing as we follow up these possibilities (p. 503).

H.G. Wells dankt zijn faam echter vooral aan boeken waar de *quality of phantasia* nadrukkelijk op de voorgrond treedt, zijn *scientific romances*. De meeste van deze verhalen zijn in feite *biological romances*, zoals *The stolen Bacillus* uit 1895, over de vrees dat laboratoriumartefacten op de een of andere wijze uit het laboratorium zullen ontsnappen. Op een dag gaat een anarchist er met een reageerbuis vol cholera-bacteriën vandoor. Gelukkig heeft hij, in zijn onkunde, de verkeerde reageerbuis meegenomen en loopt het ditmaal nog goed af. Ook *The Time Machine* uit hetzelfde jaar begint in een laboratorium. Een wetenschapper bouwt een tijdmachine die hem naar het jaar 802.701 brengt. De mensheid is in twee variëteiten uiteengevallen, de extreem tengeren *Eloi* en de barbaarse *Morlocks*. De verschillen binnen deze

variëteiten zijn, waar het geslachtskenmerken, leeftijd, musculariteit, lengte, enzovoort betreft, verwaarloosbaar klein geworden. Schadelijke micro-organismen zijn verdwenen. De *Eloi* zijn niet alleen lichamelijk zwak, maar ook in intellectueel opzicht passief en ongeïnteresseerd: 'The human intellect has committed suicide' (1895/1927, p. 89).

De roman *The Island of Dr. Moreau* (1896) gaat over een bioloog die dieren (met name honden) in mensachtige gedrochten transformeert. Ooit maakte Dr. Moreau naam met publicaties over bloedtransfusie. Aan zijn loopbaan kwam abrupt een einde toen een door vivisectie ernstig gemutileerde hond uit zijn laboratorium wist te ontsnappen. Het publiek was door Moreau's lugubere laboratoriumpraktijken dermate geschokt dat hij voor zichzelf als wetenschapper in Engeland geen toekomst meer zag. Ook andere *scientific romances* van Wells bevatten biologische elementen. In *The War of the Worlds* (1898) delven de Marsbewoners het onderspit omdat ze ondanks hun technologische overwicht niet bestand blijken tegen aardse infectieziekten.

Na 1900 benadrukken Sherrington, Henderson, Cannon en andere vooraanstaande biologen zoals gezegd de *complexiteit* van biochemische processen. De productie van leven *in vitro* lijkt ver weg. In de academisch-biologische literatuur worden dramatische toekomstvoorspellingen zeldzaam. De *science fiction*-literatuur daarentegen maakt een periode van exponentiële groei door. Met name de ontdekking van Hermann Joseph Muller (1890-1967) dat röntgenstraling mutaties in het DNA van fruitvliegjes veroorzaakt (waarvoor hij in 1946 de Nobelprijs kreeg) spreekt tot de verbeelding van *science fiction*-auteurs. Müller zelf emigreerde in de jaren dertig naar de Sovjet-Unie in de hoop dat zijn genetisch onderzoek zou bijdragen aan *science reality* – aan de daadwerkelijke creatie van een Nieuwe Mens. Hij moest het echter afleggen tegen concurrent-bioloog Trofim Lysenko.

Science Fiction floreert niet alleen in drukvorm, maar ook op het witte doek. In 1931 geeft Boris Karloff het Monster van Frankenstein zijn klassieke, cinematische gestalte en in 1936 speelt dezelfde acteur de hoofdrol in *The Invisible Ray* – een film over mutaties ten gevolge van Röntgenstraling. Na de ontwikkeling van de *atomic bomb* – de term is van H.G. Wells – ontstaat de apocalyptische fantasie dat in de toekomst ons genetisch materiaal zal worden blootgesteld aan een stralingsbombardement, met alle genetische gevolgen van dien. De onbetwiste klassieker van de nieuwe generatie *Scientific Novels* is echter ongetwijfeld *Brave New World* van Aldous Huxley uit 1932.

De eerste pagina's van het boek bevatten de beroemde beschrijvingen van embryo's in reageerbuizen. Het eerste hoofdstuk voert de lezer naar het *Central London Hatchery and Conditioning Centre*. De rondleiding door de directeur begint in de *Fertilizing Room*. Eicellen worden op kunstmatige wijze bevrucht, maar dat niet alleen. Nadat de

eicellen op afwijkingen zijn gecontroleerd ondergaan ze een biotechnische behandeling, *Bokanovsky's Process* genaamd, met als resultaat dat er verschillende menselijke variëteiten (Alfa's, Beta's, Gamma's, Delta's en Epsilon's) ontstaan, een sociale stratificatie die het gevolg is van *bio-engineering*. Vervolgens worden ze onder meer blootgesteld aan Röntgenstraling, licht, chemische substanties en andere factoren die op de verdere ontwikkeling van de embryo's van invloed zijn. Het werk van wetenschappers als Loeb en Muller krijgt op die manier een plek. De embryo's bevinden zich op een soort lopende band en de suggestie is dat menselijke wezens op dezelfde rationele wijze geproduceerd zullen worden als auto's in de Ford-fabrieken: volgens de principes van 'mass production'. De biologische legitimatie van het proces is – bijna letterlijk – aan Loeb ontleend: 'it brings us at last out of the realm of mere slavish imitation of nature into the much more interesting world of human invention'. In Huxley's nieuwe wereld is ook sprake van hergebruik van lichaamsmateriaal en orgaan-*recycling*. Het stoffelijk overschot van overledenen wordt hergebruikt, met name als grondstof voor fosfor.

Aldous, de kleinzoon van T.H. Huxley, was de jongere broer van Julian, co-auteur van *The Science of Life* en een van de meest zichtbare biologen van de Twintigste Eeuw. In 1942 publiceerde hij *Evolution: the Modern Synthesis*, waarin hij evolutie en genetica systematisch met elkaar verbond. In 1926 publiceerde hij een *science fiction*-verhaal onder de titel *The Tissue Culture King*. Het verhaal handelt over een Engelse wetenschapper die in een Afrikaans oerwoud dieren en mensen biotechnologisch manipuleert en de term 'tissue culture' is rechtstreeks aan Carrel ontleend. Julian wil de wereld met hulp van biotechnologie verbeteren en wordt in 1946 directeur van UNESCO. In zijn beoordeling van de biotechnologische revolutie lijkt Aldous minder positief, al moeten we voorzichtig zijn. De beschrijving van het *Central London Hatchery and Conditioning Centre* bevat een behoorlijke dosis satire. In 1962 publiceert hij de utopische roman *Island*. Wat in *Brave New World* een schrikbeeld was, namelijk de ontkoppeling van sex en voortplanting, wordt nu als een bevrijding opgevat. En terwijl in *Brave New World* het psychofarmakon Soma nog negatief beoordeeld werd, schrijft Huxley nu aan LSD een bevrijdende, bewustzijnsverruimende werking toe. Biotechnologie wordt niet langer door een totalitair regime geëxploiteerd, maar faciliteert het streven van individuen naar geluksmaximalisatie.

Een recente bijdrage aan de biotechnologische verbeelding is Michel Houellebecq's roman *Les Particules Élémentaires*. De biotechnologie weet in dit boek de replicatie van DNA definitief in eigen hand te nemen en te perfectioneren. Voor elk maatschappelijk of existentieel probleem kan nu een oplossing worden geboden. Hoe dat precies in zijn werk gaat, hoe de nieuwe wetenschap die dit allemaal mogelijk maakt er precies uitziet, daarover worden we niet of nauwelijks geïn-

formeerd. Wat dat betreft lijkt Houellebecq's roman op *Frankenstein*. Over het wetenschappelijke onderzoek dat hoofdpersoon Michel Djerzinski (in stilte en eenzaamheid) verricht, komen we vrijwel niets te weten. De natuur zoals zij is verdient totale vernietiging, een 'holocaust universeel'.

Project 6:

Transplantatiegeneeskunde

De ontdekkingen van Landsteiner, Carrel en anderen maakten de hedendaagse transplantatiegeneeskunde mogelijk. De eerste succesvolle niertransplantatie wordt echter pas in 1954 uitgevoerd. De *science fiction*-literatuur, zo lijkt het, vult de tijdspanne tussen de veelbelovende wetenschappelijke ontwikkelingen rond 1900 (Landsteiner, Carrel, Loeb, etc.) en de eerste tastbare resultaten op het gebied van de transplantatiegeneeskunde in de jaren vijftig. In de geschiedenis van de bloedtransfusie vormen donor en ontvanger in eerste instantie één *Gestalt*. Beide elementen (donor en ontvanger) verwijzen nadrukkelijk naar elkaar en zijn (letterlijk en figuurlijk) met elkaar verbonden. Ze vormen een eenheid, fuseren tot één beeld. Gaandeweg echter neemt de afstand tussen donor en ontvanger toe. Donoren anonimiseren en bloed valt in bloedproducten uiteen. Bloed ('whole blood') blijkt een aggregaat van elementen die zich als het ware verzelfstandigen tot 'blood products'.

In de geschiedenis van de orgaandonatie als zodanig komt een vergelijkbaar scenario naar voren. Ook hier staan (of liggen) donor en ontvanger aanvankelijk zeer dicht bij elkaar. Later wordt het mogelijk organen gedurende langere tijd buiten het lichaam te bewaren. Organen verzelfstandigen. De afstand tot de donor neemt toe. Levende donoren doen letterlijk afstand van hun organen. D'Alemberts beeld van het lichaam als aggregaat van uitwisselbare onderdelen begint steeds realistischer te worden.

De transplantatiegeneeskunde beperkt zich in eerste instantie tot dubbelorganen, in eerste instantie testikels, later nieren en hoornvliezen. Het betreffende orgaan is afkomstig van levende donoren, in de regel een naaste verwante van de ontvanger. In het begin vindt orgaanuitwisseling zelfs uitsluitend tussen twee-eiige tweelingen plaats. Van anonimisering is nog geen sprake. De ingreep geschiedt op discrete wijze en in betrekkelijke stilte. Er wordt weinig ruchtbaarheid aan gegeven. Donor en ontvanger kennen elkaar. In de ethische literatuur worden de motieven van de donor beschreven in termen van opofferingsgezindheid en naastenliefde, al lezen we in de memoires van transplantatiechirurg Starzl dat sociale pressie zeker ook een rol speelde.

De eerste hart- en de eerste levertransplantatie, uitgevoerd door de transplantatiepioniers Christiaan Barnard en Thomas E. Starzl in 1967, beiden *visible physicians*, en de introductie van het hersendoodcriterium door de Harvardcommissie in 1968, initiëren een nieuwe fase. Beide gebeurtenissen hangen nauw samen. De nieuwe vorm van transplantatie – transplantatie op afstand – vraagt om een exacte dooddefinities, een exacte bepaling van het moment van overlijden. Dankzij deze definitie is het mogelijk de organen van postmortale donoren in goede conditie te houden. De traditionele doodscriteria (hartslag, ademhaling, enzovoorts) zijn daartoe ontoereikend. In deze nieuwe fase wordt de transplantatiegeneeskunde bovendien een praktijk die zich niet langer in betrekkelijke stilte afspeelt maar zich verplaatst naar de publieke ruimte en om publieke aandacht vraagt. De eerste harttransplantatie trekt alom publiciteit. Barnard is een *visible scientist*, een publieke held.

Deze nieuwe fase roept naast euforie ook meer gemengde reacties op. Het nieuwe *Gesamtbild* (postmortale orgaanuitname, anonimiteit, publiciteit) staat op gespannen voet met de toenmalige gevoelens, de toenmalige sensitiviteit. Dit komt onder meer naar voren in de redactionele commentaren die in 1969 in het tijdschrift *Medisch Contact* verschenen: 'Het stond dezer dagen zo nuchter in de dagbladen: 'Een levertransplantatie wordt in Nederland voorbereid...'' (p. 1097). De (anonieme) auteur stoort zich vooral aan de nuchterheid, de zakelijke toon van het bericht. Wie echter bereid is zich in te leven in de situatie, aldus de auteur, 'kan een licht misselijk makend gevoel maar nauwelijks onderdrukken. Gaarne willen we de lezer dan ook besparen, hetgeen hier aan nadere voorstellingen en beelden zou zijn op te roepen' (l.c.). Evenals de macabere praktijken van Victor Frankenstein zijn de praktijken van de nieuwe transplantatieartsen in strijd met de *delicacy* van destijds, de heersende gevoelens, zelfs in professionele kring. Het moment van gewenning moest nog intreden. 'Een scherper vaststellen van het moment van overlijden', aldus de auteur, zal onvermijdelijk zal zijn. Het is 'een merkwaardige, nieuwe, vrij plotse ontstane situatie, waarvoor arts en patiënt worden geplaatst' (p. 1098). Waar de traditionele arts en diens patiënten ook aan moeten wennen is dat medische aangelegenheden uit de intieme, persoonlijke sfeer worden gehaald en 'wereldnieuws' worden. Berichten over prestaties op het gebied van de transplantatiegeneeskunde verschijnen 'in de wereldpers'. Ook de gedachte dat de nieuwe, manipulatieve macht van de geneeskunde *meervoudige* orgaanuitwisseling tussen individuen mogelijk zal maken, roept onbehagen op: 'Wie loopt daar in dat lichaam? De tijd lijkt niet ver meer verwijderd dat de science fiction van een Aldous Huxley werkelijkheid wordt.' (p. 1242).

Het hersendoodcriterium maakt het zoals gezegd mogelijk het moment van overlijden (gedefinieerd als de onomkeerbare uitval van hogere hersenfuncties) exact te bepalen – aan de hand van een elek-

tro-encefalogram. Het gaat niet langer om de aanblik van de dode, om de tekens die met het blote oog of met het blote oor kunnen worden waargenomen. De betrokkenen worden 'dood' verklaard hoewel hun lichaam nog lang niet beantwoord aan het traditionele *beeld* van de dode. Het lichaam blijft op temperatuur, heeft een gezonde kleur, ademhaling en bloedcirculatie functioneren nog. De aandacht verschuift van *zien* naar *meten*. Zonder het hersendoodcriterium zou transplantatie van organen zoals hart en lever nauwelijks mogelijk zijn. Organen die voor transplantatie in aanmerking komen, kunnen voortaan in goede conditie worden gehouden. De opofferingsgezinde verwante uit de begintijd maakt nu plaats voor de postmortale, anonieme orgaandonor. De afstand tussen donor en ontvanger neemt toe. Op grond van weefseltypering, moment van overlijden, plaats op de wachtlijst, enzovoorts worden donor en ontvanger aan elkaar gekoppeld. Via een donorcodicil kunnen burgers kenbaar maken dat ze bereid zijn om, in geval van overlijden, als orgaandonor op te treden. Donorcodicil en hersendoodcriterium zijn technieken die het mogelijk maken de complexe vraag of orgaanuitname onder bepaalde omstandigheden geoorloofd is te reduceren tot twee eenvoudige vragen die met een ondubbelzinnig *Ja* of *Nee* kunnen worden beantwoord: Is de betrokkene overleden? Het hersendoodcriterium geeft antwoord. Heeft de betrokkene met orgaandonatie ingestemd? Het donorcodicil geeft antwoord (Zwart en Hoffer 1998).

Het lichaam wordt wat het in d'Alemberts droom al was: een verzameling van voor anderen in potentie nuttige organen. Organen en weefsels verzelfstandigen. Commercialisering van het lichaam, van lichaamsdelen, wordt nu in beginsel mogelijk. Zoals in vroeger tijden haren en tanden als handelswaar fungeerden, zo is het nu in beginsel mogelijk bloed of dubbelorganen te verkopen. De restricties op deze vorm van uitwisseling zijn van morele of juridische, niet langer van technologische aard. Individuen in Oost-Europa en India blijken bereid dubbelorganen (met name nieren) te verkopen.

Project 7:

Embryo's in vitro en de opkomst van de ethicus

Behalve voor de transplantatiegeneeskunde heeft de biotechnologie ook belangrijke gevolgen voor ontwikkelingen op het gebied van menselijke voortplanting. Turney (1998) is van mening dat zich halverwege de jaren zestig een omslag aftekent in de wijze waarop de biotechnologie beoordeeld wordt. In het begin van de jaren zestig, aldus Turney, spelen wetenschappers in boeken zoals *The Life Savers* van Ritchie Cadler en *The Thread of Life* van John Kendrew een heroïsche

rol, maar in de tweede helft van de jaren zestig slaat de stemming om. In *On Living in a Biological Revolution* interpreteert Donald Fleming biotechnologische ontwikkelingen zoals in vitro-fertilisatie, contraceptie, psychofarmacologie en transplantatiegeneeskunde als pogingen om volledige controle te krijgen over vitale processen, met als einddoel 'the artificial manufacture of man'. Ook in *The Time Bomb* van Gordon Rattray verschijnt de biotechnologie nadrukkelijk in een negatief licht. Het boek begint met een verwijzing naar *Le rêve de d'Al-embert* en eindigt met de vraag of onze cultuur in moreel en psychologische opzicht wel opgewassen is tegen de drastische veranderingen die de biotechnologie voor ons in petto heeft. Enthousiasme heeft plaats gemaakt voor onbehagen.

Juist op dat moment publiceert Robert Edwards in *Nature* (1969) zijn eerste artikel over in vitro fertilisatie oftewel reageerbuisbevruchting (hoewel het eigenlijk om petrischaalbevruchting gaat). Samen met de gynaecoloog Patrick Steptoe weet hij buiten de baarmoeder een bevruchting tot stand te brengen, maar implantatie blijft vooralsnog achterwege. Op een persconferentie benadrukken de onderzoekers dat het niet gaat om massaproductie van reageerbuisbabies, zoals in *Brave New World* het geval is, maar om het oplossen van infertiliteit als *individueel* probleem. De reacties op het bericht zijn uiteenlopend. Sommige kranten koppen met 'Hope for women' en 'Hope for the childless', terwijl anderen de nadruk leggen op de negatieve connotaties van de aan Huxley ontleende term 'reageerbuisbabies'.

1969 is echter niet alleen het jaar van de persconferentie van Edwards en Steptoe, maar ook het jaar waarin het *Hastings Center* wordt opgericht. Een nieuw type auteur manifesteert zich: de (niet-confessionele) ethicus. Ethici die aan het *Hastings Center* verbonden zijn, zoals Leon Kass, Mark Lappé, Paul Ramsey en Willard Gaylin reageren negatief op reageerbuisbevruchting. Zij bepleiten een moratorium. Frankenstein is niet langer fantasie, aldus Gaylin in een artikel getiteld *The Frankenstein myth becomes reality* uit 1972. En deze ethici boeken succes. Het onderzoek in de Verenigde Staten wordt effectief afgeremd, zodat de voorsprong die Edwards en Steptoe toch al hadden niet meer kan worden ingelopen. Wanneer in 1978 de eerste reageerbuisbaby – Louise Brown – geboren wordt, zijn de reacties echter opvallend enthousiast. Steptoe en Edwards slagen erin hun technologie te *personaliseren*. In plaats van met een Frankenstein-achtig gedrocht wordt het publiek met *visible patients* – met een blakende baby en een dolgelukkig ouderpaar geconfronteerd. Er treedt, met andere woorden, een *Gestalt-switch* op. Het schrikbeeld 'Frankenstein' maakt plaats voor het droombeeld 'kerngezin'.

Project 8:

Transplantatiegeneeskunde (vervolg)

Na de eerste harttransplantatie door Barnard in 1967 en de introductie van het hersendoodcriterium in 1968 ging de transplantatiegeneeskunde zoals gezegd een nieuwe fase in. Donorschap werd een *public issue*. Donor en ontvanger anonimiseerden, de onderlinge afstand nam toe. De patiënt was niet langer afhankelijk van altruïstische (of aan sociale pressie blootgestelde) verwanten. Toch blijft postmortale orgaandonatie lange tijd een kwestie van kleine getallen en bedroevende resultaten. Dit verandert pas wanneer in 1980 Cyclosporine op de markt komt. De kwaliteit van leven van ontvangers van organen verbetert. Spoedig treedt echter opnieuw een fase van 'saturatie' in. De groeicurve buigt af. Het systeem van postmortale orgaandonatie door anonieme donoren kampt met een aantal chronische problemen.

Om te beginnen is er (ook na de introductie van Cyclosporine) het probleem van de afstotingsreacties en de levenslange afhankelijkheid van medicatie die het immuunsysteem van de ontvanger ondermijnt. Anders gezegd, integriteit is niet alleen een ethisch, maar ook een fysiologisch begrip. Het boek *The Integrity of the Body* van F.M. Burnett uit 1963 is geen bioethische uiteenzetting, zoals de titel misschien suggereert, maar een studie over het immuunsysteem, opgevat als 'the body's demand for the maintenance of its own integrity' (p. 14). Immuniteit stelt grenzen aan het beeld van het lichaam als een aggregaat van uitwisselbare onderdelen. Vanaf 1890, aldus Burnett, werden de meest uiteenlopende stoffen in de lichamen van ontelbare proefdieren geïnjecteerd, en de conclusie luidt dat het lichaam wel degelijk een eenheid, een 'heelheid' vormt. Het lichaam is geen aggregaat, maar probeert zijn integriteit op *actieve* wijze te bewaren. De transplantatiegeneeskunde slaagt er maar zeer ten dele in (of zeer kortstondig in) de natuurlijke barrière genaamd immuniteit te slechten.

Het probleem van het tekort aan donororganen wordt evenmin opgelost. Wanneer het aantal organen toeneemt, zal (door technische verbeteringen) ook het aantal potentiële ontvangers stijgen. De bereidheid van burgers om in geval van overlijden als donor op te treden blijkt betrekkelijk gering. De ervaring van het eigen lichaam als een integer, onaantastbaar geheel blijft het biotechnologische beeld van het lichaam als een aggregaat van uitwisselbare onderdelen parten spelen. Een van de eerste auteurs die in Nederland de weerzin tegen het nieuwe, geanonimiseerde systeem van orgaandistributie onder woorden brengt is J.H. van den Berg, die in 1969 het volgende toekomstbeeld formuleert:

Het is te verwachten, dat naast de wegenwacht zoiets als een organenwacht rondrijdt, in laat ons zeggen rood-gelakte wagens, telkens paraat bij een ongeluk, niet om te helpen, maar om ter plaatse de nog levende organen uit de zieltogende lichamen te snijden, en deze, per hier en daar gestationeerde helikopters, snel te doen vervoeren naar een centrum, vanwaar de distributie plaatsvindt. Van iedere staatsburger zal tegen die tijd geëist worden, dat hij een weefselgroepidentiteitskaart bij zich draagt, waardoor met het orgaan ook de code van de kaart kan worden opgezonden.

Bepaalde aspecten van deze toekomstvisie (zoals het systeem van centrale registratie) zijn inmiddels werkelijkheid geworden.

Ook het hersendoodcriterium roept problemen op. De traditionele doodscriteria (ademhaling, hartslag, pols, lichaamstemperatuur) hebben plaatsgemaakt voor het hersenencefalogram, dat alleen door deskundigen kan worden gelezen. Zien heeft plaatsgemaakt voor meten. Of beter gezegd, er is sprake van een zekere afstand tussen datgene wat de nabestaanden zien (een patiënt met een gezonde kleur, wiens lichaam nog warm is, wiens bloed nog circuleert) en datgene wat de deskundige vaststelt aan de hand van apparatuur. Ook in andere zin is sprake van contrast. De hersendode wordt omringd door medische zorg en aandacht, en niet te vergeten door medische apparaten. Na orgaanuitname, bij het *weerzien*, is de situatie maximaal veranderd. Het lichaam is lijkbleek en koud, de wangen zijn ingevallen, de inwendige leegte manifesteert zich met nadruk aan de buitenzijde. En de donor is niet langer het doelwit van medische zorg en aandacht. De medische apparatuur, die hem of haar in leven leek te houden, is verdwenen. Is de hersendode werkelijk dood? Hoe kunnen we zeker weten dat iemand die hersendood is, geen pijn ervaart? Wordt de potentiële donor niet voortijdig dood verklaard?

Niet alleen het wantrouwen jegens de hersendood beperkt het aantal donororganen. Een bijkomende factor is dat acute sterfte meer en meer tot het verleden gaat behoren, niet alleen door grotere verkeersveiligheid, maar ook doordat de dood steeds vaker vooraf wordt gegaan door een chronisch, langdurig aftakelingsproces, met bijbehorend medicijngebruik, hetgeen niet bevorderlijk is voor de conditie van organen. Het beroep op de levende donor, de altruïstische verwante, is inmiddels weer een reële optie geworden. Alleen de biotechnologie, zo lijkt het, kan nog uitkomst brengen. In de context van de transplantatiegeneeskunde krijgt de biotechnologische revolutie concreet gestalte in de vorm van twee mogelijke alternatieven: xenotransplantatie en *tissue engineering* (oftewel *substitution medicine*).

Project 9:

Xenotransplantatie

Vroege experimenten met orgaantransplantatie en bloedtransfusie van dier naar mens, kwamen eerder al ter sprake. Ook transplantatiepioniers als Thomas Starzl hebben zich op dit pad begeven. Het ging daarbij echter niet om xenotransplantatie in de hedendaagse betekenis van het woord. De donordieren van Carrel en Starzl waren niet genetisch gemodificeerd. De transplantatiegeneeskunde probeerde het lichaam van de ontvanger (onder meer met behulp van Cyclosporine) aan te passen aan het implantaat, in plaats van omgekeerd. Anno Nu, zo lijkt het, gaat de transplantatiegeneeskunde een nieuwe fase in. Het te implanteren orgaan wordt aangepast aan het lichaam van de ontvanger. Xenotransplantatie (implantatie van organen afkomstig van genetisch gemodificeerde dieren) is daarvan een voorbeeld. Op 5 maart 2000 maakten de media melding van de geboorte van vijf gekloonde biggetjes: Millie, Christa, Alexis, Carrel and Dotcom. Twee van de vijf namen leggen een verband tussen deze biggetjes en eerdere initiatieven op biotechnologisch gebied. Volgens het betrokken bedrijf PPL Therapeutics (dat eerder het leven schonk aan Dolly) vormde hun geboorte een belangrijke biotechnologische stap. Xenotransplantatie van complete organen zou binnen vijf jaar mogelijk zijn.

De bedoeling van xenotransplantatie is de postmortale orgaandonor met zijn onvolkomenheden overbodig te maken. Implantatie van varkensorganen staat echter op gespannen voet met heersende gevoelens, met de *delicacy of human feeling* zoals Mary Shelley dat omschreef. Het *idee* alleen al wekt weerstand, maar dat niet alleen. Ook in xenotransplantatie ligt een horror-scenario besloten, zo lijkt het. Het betreft dan met name de zogeheten retrovirussen die in het donordier een sluimerend bestaan leiden maar bij transplantatie virulent en actief zouden kunnen worden. We bevinden ons tenslotte in het tijdperk van de nieuwe infectieziekten. Niet zelden betreft het aandoeningen die de soortgrens tussen dier en mens passeerden: HIV, Ebola, Marburg, Creutzfeldt-Jacob. Xenotransplantatie en nieuwe infectieziekten zouden wel eens deel kunnen uitmaken van één *Gestalt*. Vanwege het gevaar van infectieziekten wordt van het gebruik van apen als donordier al afgezien, al spelen ethische overwegingen daarbij natuurlijk ook een rol.

Is xenotransplantatie een droombeeld of een schrikbeeld? Enerzijds appelleert deze mogelijkheid aan de droom van d'Alembert. De grens tussen mens en dier is permeabel. De soortbarrière blijkt voor uitwisseling van weefsels en organen geen onoverkomelijk obstakel. Onbeschadigde organen zouden in onbeperkte aantallen ter beschikking kunnen komen en problemen met betrekking tot immuniteit en afsto-

ting zouden door genetische modificatie kunnen worden verholpen. De ontvanger zou niet langer afhankelijk zijn van het moment waarop de donor overlijdt. Terwijl in een operatiekamer, in een ontspannen sfeer, de ontvanger voor de ingreep in gereedheid wordt gebracht, sterft elders op het terrein het donordier een vredige hersendood. Anderzijds zijn er signalen die erop wijzen dat xenotransplantatie alweer op zijn retour is. Onlangs verscheen in het tijdschrift *Nature* het bericht dat onderzoekers van het Scripps Research Institute (La Jolla, Californië) hadden vastgesteld dat het retrovirus PERV (porcine endogenous retrovirus) zich na transplantatie van varkenscellen in muizen vermenigvuldigt. En het Amerikaanse biotechbedrijf Geron heeft haar subsidie aan het xenotransplantatie-onderzoek van PPL ingetrokken. Wellicht vormt het onderzoek op het gebied van xenotransplantatie slechts een kortstondig intermezzo op weg naar een geheel nieuwe vorm van transplantatiegeneeskunde, namelijk *tissue engineering*.

Project 10:

Vervangende geneeskunde (tissue engineering)

In de inleiding verwees ik al naar het krantenbericht van 20 oktober 1997 waarin melding werd gemaakt van de techniek die professor J. Slack van de universiteit van Bath had ontwikkeld om op termijn 'menselijke klonen zonder hoofd' te creëren waarmee transplantatieorganen 'op bestelling' zouden kunnen worden aangemaakt. Wat moesten lezers zich voorstellen bij 'menselijke klonen zonder hoofd'? Betrof het quasi-menselijke, spinale, acefale wezentjes met uitpuilende, hypertrofiërende levers of nieren, niet zonder gelijkenis met de kikkers van Galvani: zonder hersenen, maar met een ruggenmerg? Of betrof het veeleer een aquarium op lichaamstemperatuur, gevuld met organisch materiaal waarin orgaan-achtige kweekproducten dreven en waarin alleen die onderdelen in leven werden gehouden die voor de betreffende verrichting nodig waren? Op het bericht werd door sommigen met enthousiasme, door anderen met onbehagen gereageerd. Beide scripts, zowel 'Frankenstein' als 'd'Alembert', werden door het bericht geactiveerd. Met andere woorden, de eerste reacties betroffen het *beeld* dat de betrokkenen zich, min of meer impulsief, van de situatie vormden. De Britse ethicus Linzey bijvoorbeeld kwalificeerde Slacks onderzoek in een eerste reactie als 'wetenschappelijk fascisme' omdat de biotechnologisch gefabriceerde wezens alleen maar zouden bestaan 'om een dominante groep (het bestaande mensentype) te dienen'. Klaarblijkelijk stond hem een quasi-menselijke anencefaal voor ogen die – weerloos en rechteloos – het doelwit vormde van wetenschappelijke manipulatie. Dat beeld riep *horror* op, maar

was het realistisch? Het beeld van een verzameling weefsels, drijvend in een 'kunstmatige baarmoeder', waarin alleen de bloedsomloop en de voor transplantatie benodigde organen tot ontwikkeling waren gebracht, riep wellicht al minder weerzin op. Het intuïtieve morele oordeel hechtte zich aan het beeld, de voorstelling die de betrokkene zich, op grond van gebrekkige, diffuse informatie, van de situatie maakte. Anders gezegd, het onbehagen werd niet zozeer door *deze* casus opgeroepen als wel door de toegenomen manipulatieve macht van de biotechnologie *als zodanig*, door de snel toenemende plasticiteit van het lichaam *als zodanig*. Dat wat ooit een onaantastbare, integere eenheid leek – het menselijk lichaam als incarnatie van de menselijke waardigheid – leek bezig in reproduceerbare, uitwisselbare, vervangbare elementen uiteen te vallen.

Genoemd bericht is maar één voorbeeld uit een lange reeks. Er heeft zich een nieuw type biotechnologische macht ontwikkeld. De plasticiteit, de manipuleerbaarheid van het lichaam (van mens en dier) neemt drastisch toe. Inmiddels zijn we wat beter geïnformeerd over de vraag wat *tissue engineering* inhoudt. Deze nieuwe vorm van transplantatiegeneeskunde, wellicht de transplantatiegeneeskunde van de toekomst, zal zich niet toeleggen op het produceren van complete harten of nieren, maar veeleer op het vroegtijdig vervangen van (bijvoorbeeld) hartweefsel en nierweefsel met behulp van lichaamseigen materiaal (Van Blitterswijk en Herklots 1999, p. 30). Daarbij zal gebruik worden gemaakt van een 'amalgam' aan technieken, zoals het synthetisch produceren van weefselgrondstoffen, het op basis van recombinant DNA-technieken produceren van weefselgenererende stoffen en het vermeerderen van cellen tot weefsels. De nu nog in zwang zijnde kunststof implantaten zullen meer en meer door bio-implantaten worden vervangen. Botcellen verkregen door beenmergpunctie bijvoorbeeld, zullen worden gestimuleerd tot snelle vermenigvuldiging in een groeibevorderend medium, om vervolgens te worden ingezaaid in een biologisch afbreekbare matrix. Voor embryonale stamcellen zal in deze ontwikkeling een belangrijke rol zijn weggelegd. Zij kunnen zich immers specialiseren tot alle celtypen die potentiële ontvangers nodig hebben: hartspiercellen, levercellen, zenuwcellen, huidcellen, hoornvliescellen. Door implantatie van aldus verkregen celweefsel kunnen slecht werkende organen worden ondersteund of hersteld. Aan het te implanteren lichaamseigen weefsel kunnen bovendien, via genetische modificatie, bepaalde extra eigenschappen worden toegevoegd, zoals geïncorporeerde afgiftesystemen voor biologisch actieve stoffen, waarbij met name gedacht moet worden aan antibiotica, groeifactoren en cytostatica. Vervanging van weefsel bij beschadiging of ziekte zal een standaardprocedure worden. Geen complete orgaanvervanging dus, maar *minimal invasive surgery*. Vergeleken bij de nieuwe, subtiele, minimaal invasieve geneeskunde van de toekomst, is de huidige transplantatiegeneeskunde, voortbouwend op het werk van Carrel, Barnard, Starzl en ande-

ren, slagerswerk. Op websites en in tijdschriften kan men over deze ontwikkelingen talloze (voor het merendeel optimistische) berichten aantreffen.

In *tissue engineering* een droombeeld of een schrikbeeld? De voordelen van *autotransplantatie* (implantatie van lichaamseigen materiaal) boven *allogransplantatie* lijken evident. Chronische problemen van de transplantatiegeneeskunde, niet alleen orgaanschaarste en afstoting, maar ook de hectiek waarmee de ingreep vaak gepaard gaat, zouden tot het verleden kunnen behoren. De risico's van xenotransplantatie (met name retrovirale infecties) kunnen worden omzeild. Patiënten hoeven niet te wachten tot hun haperende weefsels of orgaan definitief zijn uitgeschakeld. Al in een vroeg stadium kan worden overgegaan tot *tissue replacement*. Terwijl nu nog het complete orgaan wordt afgeschreven, hoewel misschien maar een deel ervan niet functioneert, kan in de toekomst het orgaan als zodanig behouden blijven door alleen het niet goed functionerende weefsel te vervangen. Technieken om weefsels (en in de verre toekomst misschien zelfs complete organen) in een medium of op een matrix buiten het lichaam te fabriceren roepen misschien Frankenstein-achtige reacties op, maar dat kan een kwestie van gewenning zijn. Wat in Frankensteins tijd smerig werk was, zou dankzij *tissue engineering* wel eens kunnen veranderen in een steriele en smetteloze praktijk waarbij de ruimte tussen de hand van de arts en het lichaam van de donor of de ontvanger door een groot aantal instrumenten en apparaten zal worden gevuld.

De keerzijde is dat de grens tussen patiënt en gezonde burger verwaagt, oftewel: medicalisering. In een steeds vroeger stadium komt het lichaam in aanmerking voor biotechnologische interventies. Sporters of individuen werkzaam in bepaalde sectoren zouden kunnen overwegen om spier-, kraakbeen-, of ander weefsel preventief te versterken om blessures of arbeidsongeschiktheid te voorkomen. Wie zal bepalen waar de grens ligt tussen zinvolle en minder zinvolle vormen van weefselvervangings? Een toenemende tweedeling dreigt tussen 'rijke' burgers die kwetsbare weefsels vroegtijdig kunnen versterken of vervangen, en 'arme' burgers die daar om financiële redenen van afzien. Waar het preventie betreft zou het accent kunnen verschuiven van het voorkomen van slijtage naar vroegtijdige substitutie.

Als grondstof voor *tissue engineering* zouden lichaamseigen stamcellen (met name afkomstig uit beenmerg) kunnen dienen. Technisch gesproken ligt het vooralsnog meer voor de hand om restembryo's als leveranciers van stamcellen in te zetten. Zoals in *Brave New World* embryo's zich ontwikkelden tot alfa's, beta's of gamma's, afhankelijk van de chemische en fysische condities waaraan ze werden blootgesteld, zo zouden embryonale stamcellen zich tot hartspiercellen, zenuwcellen of levercellen kunnen ontwikkelen, afhankelijk van de biochemische preparaten die men aan hun omgeving toevoegt of de

volgorde waarin dat gebeurt. Op die manier wordt er bovendien een verband gelegd tussen twee vormen van biotechnologie die zich tot dusver min of meer onafhankelijk van elkaar ontwikkelden, namelijk transplantatiegeneeskunde en IVF. Duizenden restembryo's, als bijprodukt van IVF, zouden dan beschikbaar komen ten behoeve van *tissue engineering*. IVF en vervangende geneeskunde zouden versmelten tot één *Gesamtbild*. Ook hier bestaat het voornaamste obstakel echter in het morele beroep op de integriteit van het embryo, dat volgens critici meer is dan een aggregaat van uitwisselbare en voor anderen in potentie nuttige cellen.

5 De moraal van het verhaal

De vervangende geneeskunde verschaft het droombeeld van *d'Alembert* – het lichaam als aggregaat van uitwisselbare onderdelen – een nieuwe impuls. Oude metafysische grenzen worden permeabel. We zijn niet langer het slachtoffer van anatomische of genetische predestinatie. We kunnen lichaamsdelen uitwisselen en vervangen. De moraal van *Frankenstein* is daarentegen dat ook de vervangende geneeskunde, haar goede bedoelingen ten spijt, het risico loopt gedrochten te produceren. Het gaat daarbij niet zozeer om vrees voor risico's die we kunnen voorspellen, maar veeleer om angst voor onvoorziene, vooralsnog onbekende consequenties. Deze diffuse ongerustheid, die zich nog niet aan concrete, bekende risico's kan hechten, vindt zijn morele vertaling in het voorzorgsprincipe. De moraal van *Frankenstein* is echter niet dat het publiek zich nu *en masse* tégen biotechnologie zou moeten keren. Veeleer moeten we Mary Shelley's roman interpreteren als een pleidooi voor een vroegtijdige, permanente, open gedachtenwisseling tussen wetenschap en samenleving. Mary Shelley beseftte echter destijds al dat dit gemakkelijker gezegd is dan gedaan. De vervreemding tussen wetenschap en buitenwacht die omstreeks 1800 intrad, is door de introductie van genetische modificatie verder versterkt. Niet alleen de kennisachterstand van het publiek is groot, ook in emotioneel opzicht zijn wetenschappers en leken niet zelden vreemden voor elkaar – *emotional strangers*. Nieuwe mogelijkheden die wetenschappers fascineren, zullen leken misschien met weerszin of bezorgdheid vervullen. Dit is echter meer dan enkel een kwestie van gebrek aan goede informatie of van emotionele 'gewenning'. Goede informatieverschaffing is ongetwijfeld belangrijk en psychologische mechanismen zoals gewenning zullen zeker een rol spelen, maar daarnaast is sprake van een meer fundamenteel conflict – een frictie tussen twee lichaamsbeelden: het lichaam als een integere, onaantastbare eenheid enerzijds en het lichaam als een aggregaat van anonieme, semi-zelfstandige, uitwisselbare en vervangbare onderdelen anderzijds. Het voor langere tijd bewaren of zelfs kweken van weefsel en organen buiten het lichaam bruskeert een intuïtie met een lange geschiedenis, die zich bovendien op belangrijke fysiologische gegevens kan beroepen, zoals immunologische reacties.

Lichaamsbeelden vertalen zich in morele attitudes. Het beeld van het lichaam als een integere eenheid, met een eigen identiteit en waardigheid, maakt strategieën die wetenschappers ontwikkelen om

lichaamsmateriaal te vergaren en te *recyclen* suspect en dubieus, of het nu de vroegmoderne stroomtochten van anatomen langs galgenheuvels en knekelhuizen betreft of de pogingen van hedendaagse biotechnologen om (in ruimere mate) de beschikking te krijgen over restembryo's. Ook onder wetenschappers zelf is echter sprake van een evoluerende morele respons, zij het in omgekeerde richting, namelijk in de zin van toenemende sensibilisering. De omgang met stoffelijke resten zoals ten tijde van de 'ressurrectionisten', of Stanley's gebruik van testikels van geëxecuteerde criminelen in de jaren twintig, zou vermoedelijk ook onder de meeste hedendaagse wetenschappers op ernstige bezwaren stuiten. Belangrijke ethische principes, zoals het toestemmingsprincipe, het integriteitsprincipe en het voorzorgsprincipe, hebben ingang gevonden in wetenschappelijke praktijken zoals anatomie, onderzoek met mensen en de transplantatiegeneeskunde. Hetzelfde geldt voor de principiële bereidheid tot communicatie. Genoemde principes zijn door deze praktijken als het ware geïncorporeerd of ingelijfd. Zij beperken de neiging van de betrokkenen tot 'wetenschappelijk kanibalisme', dat wil zeggen tot hergebruik van lichaamsmateriaal. Dit hergebruik is aan restricties onderhevig, of het nu restembryo's, donordieren of postmortale orgaandonoren betreft.

Naast een remmende hebben ethische overwegingen echter vooral ook een stimulerende invloed op de ontwikkeling van wetenschap. De geschiedenis van de orgaantransplantatie volgt in dit opzicht een min of meer vast patroon. Wanneer duidelijk wordt dat nieuwe, veelbelovende ontwikkelingen een morele keerzijde hebben, wordt een beroep gedaan op de biotechnologie om alternatieven te ontwikkelen. Donatie door levende verwanten (bij voorkeur een-eiige tweelingen) had medische voordelen, maar stelde de donor aan het risico van sociale pressie door de directe omgeving bloot. Postmortale donatie door anonieme donoren bood hiervoor een oplossing, maar bleek zelf weer belangrijke nadelen te hebben. De schaarste aan organen hield aan en de (in eerste instantie) exponentiële groei van het aantal transplantaties stagneerde. Commercialisering van donatie, de ultieme (en ook logische) consequentie van het beeld van het lichaam als aggregaat van uitwisselbare onderdelen, is kennelijk te zeer in strijd met het integriteitsprincipe op een acceptabele alternatief te kunnen zijn. Verkoop van dubbelorganen door individuen uit landen in de Derde Wereld of in het voormalige Oost-Blok roept morele weerzin op. Een alternatief zou xenotransplantatie kunnen zijn, de meest extreme vorm van *allogransplantatie*. De afstand tussen donor en ontvanger is in dat geval maximaal, evenals de anonimiteit van de donor. Sterker nog, de donor *heeft* in dat geval geen menselijke identiteit. Het donordier functioneert slechts als leverancier van weefsels en organen. Afgezien van de dierethische bezwaren die hiertegen kunnen worden ingebracht, staan de virologische risico's van xenotransplantatie echter op gespannen voet met het voorzorgsprincipe. Ook hier stimuleren morele reserves het zoeken naar alternatieven. Vervangende

geneeskunde lijkt voor alle problemen een oplossing te kunnen bieden. Te mooi om waar te zijn? Een belangrijk ethisch knelpunt vormt vooralsnog de afhankelijkheid van (en morele weerstand tegen) restembryo-recycling. Na de een-eïge tweelingen, de naaste verwante, de postmortale donor en het donordier vormt nu het restembryo de laatste gestalte in een indrukwekkende reeks van potentiële donoren, waarbij niet alleen de afstand, maar ook de gelijkenis, in termen van visuele aanblik, tussen donor en ontvanger gaandeweg afneemt. Het laatste hoofdstuk van de in dit rapport besproken geschiedenis zal pas worden geschreven wanneer ook restembryo's als donor overbodig zijn geworden, dat wil zeggen wanneer voor alle vormen van transplantatie gebruik kan worden gemaakt van materiaal dat via weefselkweek op basis van lichaamseigen cellen werd verkregen.

De geschiedenis van de transplantatiegeneeskunde speelt zich af op twee niveau's. Op het wetenschappelijke, fysiologische niveau maakt het beeld van het lichaam als integere eenheid meer en meer plaats voor het beeld van het lichaam als aggregaat van uitwisselbare en vervangbare componenten. Het lichaam biedt weliswaar weerstand, in de vorm van fysiologische of immunologische obstakels, maar is onmiskenbaar in het defensief gedrongen. Zowel theoretisch als praktisch wordt het lichaam steeds toegankelijker. Weefsels en organen weten zich in toenemende mate te verzelfstandigen. Het lichaam fractioneert. Het beeld van het lichaam als een integere, onaantastbare eenheid handhaaft zich echter op het ethische niveau en manifesteert zich daar in een 'Nee, tenzij'-attitude. Organen, restembryo's of andere 'grondstoffen' komen niet voor recycling in aanmerking – tenzij... De condities waaronder de recycling van lichaamsmateriaal alsnog morele legitimiteit verwerft kunnen variëren, en zullen vermoedelijk steeds ruimer gedefinieerd worden, maar het 'Nee' heeft het primaat. De geschiedenis laat zien dat dit Nee niet primair als een moreel obstakel voor medisch-wetenschappelijke vooruitgang moet worden uitgelegd. Het heeft vooral ook een positieve betekenis. Het is een stimulans om in wetenschappelijk opzicht meer verfijnde, en in ethisch opzicht minder dubieuze alternatieven te ontwikkelen. De geschiedenis van de transplantatiegeneeskunde is in feite een permanente dialoog tussen wetenschap en samenleving, tussen fysiologie en ethiek, tussen de wetenschappelijke poging het lichaam daadwerkelijk te fractioneren en de ethische poging de integriteit van het lichaam te behoeden. Vervangende geneeskunde lijkt zowel voor de fysiologische als voor de ethische problemen waarmee we te maken hebben een oplossing te bieden. Naast gematigd optimisme blijft echter ook hier alertheid op onvoorziene morele risico's ('voorzorg') van belang.

Summary

The history both of medicine in general and of its sub-disciplines follows a more or less fixed pattern. It starts with a small-scale heroic phase: the era of pioneers who regularly doubt the worth of their initiatives. Next comes a period of optimism or even euphoria. This is sooner or later superseded by scepticism or even stagnation, leaving the people involved to start looking for alternatives.

The history of transplantations does not deviate from this path. The initial period (the heroic phase) is the era of small numbers. Here people restrict themselves to kidney transplants from live donors (for which read close relatives), initially even to transplants from monozygotic twins. It is difficult to obtain unharmed donor organs during this period, especially because of the almost total dependence on a very limited donor population in terms of size. The exchange of organs is carried out in silence between donors and receivers who know each other personally and virtually undergo surgery simultaneously. Donor and receiver find themselves quite literally in each other's company.

After the cautious beginnings of the 1950s, the following decade witnesses a period of optimism and progression, culminating in the first heart transplant by Christian Barnard. This is an eminently *visible* event that attracts enormous international attention. Although the 1970s see this optimism give way to stagnation, a period of exponential growth begins in 1980. The swift increase in the number of transplants is partly possible due to the introduction of the brain-dead criterion in 1968, not long after Barnard performed his first heart transplant. From this time on transplant medicine can use organs originating from brain-dead donors, and the advantages of this concept for transplant medicine very quickly become clear. The live donor (normally a relative of the patient) makes way for the anonymous brain-dead donor, the distant donor, who freely decides to make his or her body available for transplantation purposes in case of death. Transplants no longer take place in silence. Public appeals are made to citizens to donate their bodies for organ recycling. Individuals have become collections of potentially useful organs for others. Damaging organs by lack of oxygen is preventable.

Although the public response to these developments is enthusiastic, there are also elements of fear and uneasiness. These reactions are a consequence of the sudden visibility of developments that, until this time, had taken place in the relative silence of the laboratory. The social debate that follows seemingly corresponds to a traditional pat-

tern. On the one hand there are the 'opponents' of biotechnology, who want to slow down the developments or stop them altogether. Images play a crucial part in their contribution to the debate (both real images of biotechnological monsters as well as literary images such as 'Frank-enstein'). On the other hand there are also the 'advocates', people who believe that the critics' resistance is based upon emotion, 'techno-phobia' and a lack of expert information. Seen by the researchers involved as the result of lengthy research and an inevitable consequence of earlier initiatives, these transplantation developments burst suddenly onto the world arena, seemingly out of the blue.

Some events need time to become visible and penetrate the public's awareness. Issues which until recently were the work of the laboratory alone now start to nestle in our world. Transplant medicine is an example of this. Biotechnology now reaches our own bodies, a fact that calls for moral reservations. The thought that our body is 'sacrosanct', as formulated by Article 11 of the Dutch constitution, is an instinct with a long-term history that cannot be easily undone.

This report gives due attention to the history of our moral instincts. The departure point herein is the philosophical belief that, in order to understand current problems and conflicts, it is helpful to study their *history*. In order to understand the biotechnological revolution in transplant medicine and the moral reservations that arise from this revolution, we have to study the history of the friction between bodily experiences and technological innovation, between the integrity principle on the one hand and the increasing malleability of our bodies (as a consequence of biotechnological developments) on the other. The desire to reuse the human body for all sorts of purposes has a long history, including remarkable chapters such as the relic practices of the Middle Ages and early-modernistic anatomy practices. The practices involved are at odds with the integrity principle, which states that the human body should not be of any use to those left behind, the survivors – a principle that is emphatically extended beyond the time of death (Zwart & Hoffer 1998). Recycling dead bodies is dismissed out of hand or at least discouraged. In addition, the reuse of bodily material has been hampered for centuries by persistent doubts over the reliability of traditional death criteria such as pulse rate, heart rate, body colour and respiration. How can one know for sure that someone is dead when he is no longer breathing or his heart is no longer beating or when he is deathly pale? Similarly, the reservations concerning brain death continue to hinder modern transplant medicine: the fear of being pronounced as dead too early has, for centuries, not been conducive to any forms of medical reuse (such as anatomical research).

For centuries, the reuse of bodily material has prompted a variety of reactions, varying from fear to euphoria, from enthusiasm to unease.

This report studies these reactions based upon scientific and literary texts. The current discussion on substitution medicine or tissue engineering is considered to be the most recent chapter of a long history. Two literary classics act as a guideline. While Denis Diderot's *Le Rêve de d'Alembert* enthusiastically determines that our bodies are combinations of exchangeable parts, Mary Shelly's *Frankenstein* emphasises the feelings of horror and discomfort raised by such thoughts. Diderot and Shelley's texts are not so much descriptions of factual events as anticipations of future possibilities in which an important role has been reserved for the imagination. They describe the problems *in statu nascendi*. While life sciences in reality cover a wide range of disciplines and practices, these texts condense them all into one dramatic event. In the real history of bioscience, the 'Frankenstein' (or 'd'Alembert') project is divided up into many separate projects. I will describe and comment upon a number of these projects. These include important biotechnological innovations that improve the interchangeability of bodily material, such as the discovery of blood groups by Landsteiner or the work in the field of *tissue culture* by Alexis Carrel. We also focus on the literary imagination, in particular the novels of H.G. Wells that, so to speak, accompany the technological developments. Taken as a whole, these projects uphold a *Gesamtbild*, namely the image of the human body as a combination of replaceable and exchangeable parts – a nightmare for some, a wonder for others. The public is reminded of this image, this *Gesamtbild*, by the messages they receive concerning biotechnological developments. Public feelings of concern or enthusiasm are more activated by *this image* than by the concrete biotechnological innovations, which are occasionally reported by the media.

Literatuur

- H. Achterhuis (2000) Frankenstein revisited. *NRC Handelsblad / Magazine*, 2 september 2000, pp. 22-29.
- G. Bachelard (1947) *La formation de l'esprit scientifique. Contribution à une psychanalyse de la connaissance objective*. Paris: Vrin.
- E. Barten (1997) *Experimental Homolous testis transplantation*. Academisch proefschrift. Amsterdam/VU.
- J.H. van den Berg (1959/1965) *Het menselijk lichaam, een metaboleisch onderzoek 1: Het geopende lichaam* (5e druk). Nijkerk: Callenbach.
- J.H. van den Berg (1969/1985) *Medische macht en medische ethiek* (25e druk). Nijkerk: Callenbach.
- J.H. van den Berg (1979/1994) Het onderste kakebeen: een metaboleische les. In: *De dingen en andere essays*. Kapellen: Pelckmans/Kampen: Kok Agora, pp. 99-125.
- C. Van Blitterswijk, H. Herklots (1999) Vervangingsgeneeskunde. In: Geneeskunde in de 21ste eeuw. KNMG 150 jaar. Jubileumspecial 13 november 1999. *Medisch Contact*, 54, pp. 28-32.
- F. Bodenheimer (1958) *The history of biology: an introduction*. London: Dawson.
- Ch. E. Brown-Séguard (1889) Expérience démontrant la puissance dynamogénique chez l'homme d'un liquide extrait de testicules d'animaux. *Archives de Physiologie Normale et Pathologique*, 21, 651-658.
- F.M. Burnet (1963) *The Integrity of the Body*. Cambridge: Harvard University Press.
- A. Carrel (1935) *Man, the unknown*. New York: Harper.
- A. Carrel (1951) *La prière*. Paris: Plon.
- A. Creager (1999) 'What blood told dr Cohn': World War II, plasma fractionation, and the growth of human blood research. *Studies in the History of the Biological and Biomedical Sciences*, 30, 377-401.

D. J. De Solla Price (1963) *Little Science, Big, Science*. New York / London : Columbia University Press.

D. Diderot (1951) *Le rêve de d'Alembert* [ed. P. Vernière]. Paris: Didier.

J. van Dijk (2000) Digital cadavers: the visible human project as an anatomical theater. *Studies in the History of Biological and Biomedical Sciences*, 31 (2), 271-285.

R. Edwards (1969) What comes after fertilisation? *Nature*, 221, 15 february 1969.

J. Frazer (1890/1923) *The Golden Bough. A study in comparative religion*. London: MacMillan

S. Freud (1940) Totem und Tabu. Einige Übereinstimmungen im Seelenleben der Wilden und der Neurotiker. *Gesammelte Werke* 9. Fischer / London: Imago.

L. Galvani (1791/1953) *Commentary on the effects of electricity on muscular movement ; translation with notes and a critical introduction by I. Bernard Cohen; together with a facsimile of Galvani's De viribus electricitatis in motu musculari commentarius*. Norwalk, Connecticut: Burndy Library.

B. Gee (1989) Amusement chests and portable laboratories: practical alternatives to the regular laboratory. In: F. James (ed.) *The development of the laboratory. Essays on the place of experiment in industrial civilization*. London: MacMillan, pp. 37-60.

S.J. Gould (1996) *Dinosaur in a haysack. Reflections in natural history*. London: Cape.

R. Goodell (1977) *The visible scientists*. Boston : Little & Brown.

Piet J. Hagen (1982) *Blood: gift or merchandise. Towards an international blood policy*. New York: Liss.

Harvard Ad Hoc Committee (1968) Definition of irreversible coma: report of the Ad Hoc Committee of the Harvard Medical School to Examine the Definition of Brain Death. *Journal of the American Medical Association*, 205, 1968, 337-340.

M. Houellebecq (1998) *Les particules élémentaires*. Paris: Flammarion, 1998.

A. Huxley (1932) *Brave new world: a novel*. London: Cahtto & Windus.

J. Huxley (1942/1955) *Evolution: the modern synthesis*. London: Allen & Unwin.

V. D. Lespinasse (1913) Transplantation of the testicle. *Journal of the American Medical Association*, 61, 1869-1870.

J. Loeb (1899/1905) On the nature of the process of fertilization and the artificial production of normal larvae (plutei) from unfertilized eggs of the sea urchin. *American Journal of Physiology*, 3, 1899, 135-138; Reprinted in: Jacques Loeb (1905) *Studies in general physiology* (2 Vol.). Chicago: University of Chicago Press, 539-543.

H. Lyons Hunt (1922) Experiences in testicle transplantation. *Endocrinology*, 6, 652-654

M. Ornstein (1975) *The role of scientific societies in the 17th century*. New York: Arno.

Ph. J. Pauly (1981) *Jacques Loeb and the control of life: An experimental biologist in Germany and America, 1859-1924*. Ph.D. John Hopkins University (authorized fascimile: University Microfilms International, Ann Arbor).

H.C. Rogge (1922) Homosexualiteit. *Nederlands Tijdschrift voor Geneeskunde*, 66, 1068-1075.

Ch. Sleigh (1998) Life, death and galvanism. *Studies in the History of Biological and Biomedical Sciences*, 29 (2), 219-248.

Peter Sloterdijk (1999) *Regeln für den Menschenpark Ein Antwortschreiben zum Brief über den Humanismus*. Frankfurt: Suhrkamp.

Th.E. Starzl (1967) Ethical Problems in Organ Transplantation. In: J.R. Elkinton (ed.) *The Changing Mores of Biomedical Research: A colloquium on ethical dilemmas from medical advances*. *Annals of Internal Medicine*, 67 suppl., 32-36.

Th.E. Starzl (1992) *The Puzzle People. Memoirs of a transplant surgeon*. Pittsburgh / London: University of Pittsburgh Press.

Th.E. Starzl et al, Cell migration, chimerism, and graft acceptance. *The Lancet*, 1992, 339, 1579-1582.

Th.E. Starzl et al, Baboon-to-human liver transplantation, *The Lancet*, 1993, 341, 65-71

L.L. Stanley (1922) An analysis of 1,000 testicular substance implantation. *Endocrinology*, 6, 787-794.

E. Steinach & Josef Loebel (1940) *Sex and life. Forty years of biological and medical experiments.* London: Faber & Faber.

J. Turney (1998) *Frankenstein's footsteps: science, genetics and popular culture.* New Haven & London: Yale University Press.

Visible Human Project:

http://www.nlm.nih.gov/research/visible/visible_gallery.html

H.G. Wells (1895/1927) *The short Stories.* London: Benn.

H.G. Wells, J. Huxley, G.P. Wells (1931/1938) *The Science of Life.* London: Cassell.

M. Wollstonecraft Shelley (1818) *Frankenstein; or, the modern Prometheus.* London: Lackington, Hughes, Harding, Mavor, Jones.

H. Zwart, Cor Hoffer. *Orgaandonatie en lichamelijke integriteit* [Cekun-reeks 2]. Best: Damon, 1998

H. Zwart (2000) Filologie of fysiologie? In: M. Van den Bossche, M. Weyembergh (red.) *Links Nietzscheanisme.* Budel: Damon, pp. 95-106.

Prof. dr H.A.E. Zwart is hoogleraar wijsbegeerte aan de Faculteit der Natuurwetenschappen, Wiskunde en Informatica van de KUN en participeert in het Centrum voor Ethiek KUN.

