



# Trendanalyse Biotechnologie 2004

**Trends in de  
biotechnologie  
en hun mogelijke  
betekenis voor  
de maatschappij**

Gezamenlijke notitie van de Commissie Biotechnologie bij Dieren (CBD), de Centrale Commissie Mensgebonden Onderzoek (CCMO) en de Commissie Genetische Modificatie (COGEM).

**CBD**

**CCMO**

**COGEM**

# Inhoudsopgave



Samenvatting	4
1 Aanleiding, aanpak, aard van resultaat	6
2 De context van de vraagstelling	7
3 Biotechnologische trends gericht op het realiseren van maatschappelijke doelen	8
3.1 Quality of life, een terrein met grote verwachtingen	8
3.2 De betekenis van biotechnologie voor de economie	12
3.3 Beoogde milieuvoordelen	15
3.4 De vermaakindustrie maakt zich op	15
3.5 De veiligheid vraagt om verdergaande maatregelen	16
4 Maatschappelijke vragen rond trends verbonden met de aard van de biotechnologie zelf	17
4.1 Genomics gaat voor verrassingen zorgen	17
4.2 Stamcellen wekken hoge verwachtingen	17
4.3 Gebruik proefdieren neemt toe	18
4.4 Detectie en classificatie worden gecompliceerder	18
5 Trends in de maatschappelijke context die het debat over biotechnologische ontwikkelingen beïnvloeden	19
5.1. Globalisering rukt op	19
5.2. Omgaan met verschillen in acceptatie in andere regio's	19
5.3. Gevolgen van de afnemende bijdrage van de overheid	20
5.4. Aspecten die verschuiven in het debat	20
6. Urgenties en mogelijke toekomstige controverses in het maatschappelijke debat	22
Appendix. Samenstelling van de stuurgroep en de werkgroep	23

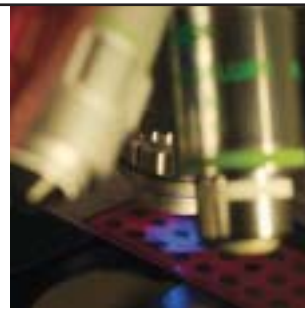
## Colofon

Dit is een gezamenlijke notitie van de Commissie Biotechnologie bij Dieren (CBD), de Centrale Commissie Mensgebonden Onderzoek (CCMO) en de Commissie voor Genetische Modificatie (COGEM).

juli 2004

ontwerp: Avant la lettre, Utrecht  
foto's: Ivar Pel

# Samenvatting



De Commissie Biotechnologie bij Dieren (CBD), de Centrale Commissie Mensgebonden Onderzoek (CCMO) en de Commissie Genetische Modificatie (COGEM) presenteren in deze gezamenlijke analyse biotechnologische trends en de daaraan verbonden kansen, mogelijkheden en morele aspecten. De trendanalyse is tot stand gekomen op verzoek van de Staatssecretaris van VROM en zijn collega's van LNV en VWS. De analyse is gecoördineerd door een stuurgroep, gevormd door de drie commissievoorzitters onder leiding van de voorzitter van de COGEM. In totaal zijn een twintigtal trends waargenomen waarvan er acht door de commissies als prioritair worden aangemerkt, gezien de invloed die deze trends naar verwachting op de Nederlandse samenleving zullen krijgen.

Naar verwachting zullen de volgende trends en de daarmee samenhangende keuzevragen de grootste betekenis hebben voor de Nederlandse samenleving:

- **Onzekerheid over de toekomst voor personen als gevolg van betere genetische diagnose van ziekten waarbij er geen sprake is van een één-op-één relatie tussen aanwezigheid van een gen en het krijgen van de ziekte;**
- **Afname van de nationale beleidsruimte om importen van ggo's tegen te houden en coëxistentie van niet gg-landbouwproducten te garanderen, als gevolg van globalisering van wetenschap en economie;**
- **Voortgaande ontwikkelingen in andere regio's, die alleen door pro-actief beleid en internationale dialoog kunnen worden beïnvloed;**
- **Grotere meningsverschillen tussen voor- en tegenstanders van het gebruik van embryonale stamcellen naarmate meer kennis over de klinische haalbaarheid van nieuwe stamceltherapie beschikbaar komt;**

- **Onbekende ecologische risico's door bewuste introductie van ggo's in het veld bij de bestrijding van ziekten en plagen en de bescherming van lokale diersoorten;**
- **Bedreiging van de voedselveiligheid door inzet van farmagewassen;**
- **Druk tot inperking van openbaarheid van bestuur door verharding van acties van tegenstanders van vergunde proeven met ggo's;**
- **Toenemende vraag naar screening bij IVF-embryo's naar diverse ernstige aandoeningen;**

Veel ontwikkelingen in de biotechnologie richten zich op de verbetering van de kwaliteit van leven en op het verhogen van de resultaten van de landbouw en de industriële productie. Bij de medische diagnostiek staat een uitbreiding van de mogelijkheden voor de deur, omdat de genetische aanleg in steeds groter detail kan worden ontcijferd. Hierdoor zal de vraag naar genetische diagnostiek van door in-vitrofertilisatie (IVF) verkregen menselijke embryo's, om te screenen op ernstige erfelijke aandoeningen, toenemen. De keuzemogelijkheid voor ouders om op andere gewenste eigenschappen te selecteren zal zeer beperkt blijven. Een beter inzicht in de kans om later ziekten te krijgen als gevolg van erfelijk bepaalde eigenschappen, kan bij de persoon in kwestie onzekerheid over de toekomst geven. Voorts kan een betere genetische diagnose, met een groot voorspellend vermogen op het krijgen van een ernstige erfelijke ziekte, leiden tot spanningen in de verzekeraarbaarheid van deze ziekten. De bestrijding van ziekten en plagen met behulp van bewust in het milieu gebrachte genetisch gemodificeerde organismen (ggo's), is een ontwikkeling die vooral in de armere regio's van de wereld te verwachten is en die in andere delen van de wereld onbekende milieurisico's kan opleveren. De opkomst van de productie van geneesmiddelen door middel

van farmagewassen vraagt om een afweging van de ecologische risico's en de integriteit van het voedsel ten opzichte van de gevolgen voor de volksgezondheid.

Maatschappelijke en morele dilemma's zijn ook verbonden met de aard van de biotechnologie zelf, die zich stormachtig ontwikkelt als gevolg van het *genomic*sonderzoek. Hoge verwachtingen bestaan bijvoorbeeld van de mogelijkheden om met behulp van stamcellen ziekten zoals diabetes, artritis en Parkinson te genezen, al worden die niet door iedereen gedeeld. Meer kennis over de klinische haalbaarheid van nieuwe stamceltherapie kan leiden tot grotere meningsverschillen tussen voor- en tegenstanders. De toekomstige klinische mogelijkheden en de maatschappelijke rechtvaardiging van de inzet van stamcellen in verschillende ontwikkelingsstadia zullen veelvuldig onderwerp van politieke besluitvorming worden.

De beleidsvorming rond biotechnologie wordt steeds meer beïnvloed door globalisering. Allerlei ontwikkelingen en producten, die momenteel vanuit nationaal of Europees gezichtspunt minder gewenst worden geacht, zullen Nederland toch bereiken en beïnvloeden. Het gaat bijvoorbeeld om de import van ggo's, zoals vissen, en de daarvan afgeleide producten en om de mogelijkheden van coëxistentie van ggo-vrije en gg-teelt in de landbouw. Wanneer een land niet alleen geconfronteerd wil worden met verrassingen uit andere delen van de wereld en met een toenemende druk om daarin mee te gaan, wordt een pro-actieve beleidsaanpak en een dialoog met andere regio's van belang. Een ander element uit de voortdurend veranderende omgeving waarin de biotechnologie zich ontwikkelt, is de vraag of informatie in dezelfde mate openbaar moet blijven als tot op heden, nu de standpunten bij de tegenstanders van de biotechnologie zich verharden. Dankzij de openbare informatie over o.a. de locatie van proefnemingen, kunnen tegenstanders na afloop van de democratische besluitvorming eenvoudig destructieve acties uitvoeren.

## IVF KIND MET RESERVEONDERDELEN

De Britse gynaecoloog Rainsbury hoopt met behulp van embryosplitsing kunstmatige IVF tweelingen te creëren. Van deze genetisch identieke tweelingen mag er één als gewoon persoon ter wereld komen, de ander wordt als embryo in de diepvries bewaard. Mocht het kind tijdens zijn leven behoefte hebben aan transplantatie van weefsel of organen, dan kunnen die mogelijk verkregen worden via de stamcellen van zijn of haar ingevroren tweelingembryo. Hiermee hoopt Rainsbury, die al op bestelling ouders van een jongen of meisje voorziet, tegemoet te komen aan de wensen van (aanstaande) ouders. [Volkskrant 15 juni 2004]

Deze trendanalyse moest in korte tijd worden opgesteld. Daarom kon weinig aandacht aan mogelijke verschuivingen in waarden worden besteed. Bij de komende tweejaarlijkse trendanalyse zal hierop wel worden ingegaan.

# 1 | Aanleiding, aanpak, aard van resultaat



Eind januari 2004 heeft de Staatssecretaris van VROM namens zijn collega's van VWS en LNV de Commissie Biotechnologie bij Dieren (CBD), de Centrale Commissie Mensgebonden Onderzoek (CCMO) en de Commissie Genetische Modificatie (COGEM) gevraagd een gezamenlijke trendmatige analyse van biotechnologische ontwikkelingen op te stellen ten behoeve van de Tweede Kamer. In de brief van de Staatssecretaris is gesteld dat: *“het doel van deze trendmatige analyse is om de politiek op hoofdlijnen te informeren over nieuwe biotechnologische ontwikkelingen en toepassingen binnen en buiten Nederland, de trends die daaraan te onderkennen zijn, de daarmee te realiseren kansen en mogelijkheden en de daaraan verbonden morele aspecten. De analyse zal aan waarde winnen als ook aandacht wordt besteed aan de knelpunten en dilemma's die voortkomen uit de toetsingspraktijk”*. Verder meldt de Staatssecretaris dat in overleg met de Tweede Kamer is besloten dat de trendmatige analyse tweemaal opgesteld zou moeten worden en verzoekt hij de commissies om voor de zomer 2004 een eerste analyse op te stellen. Naar aanleiding van het verzoek van Staatssecretaris Pieter van Geel van het Ministerie van VROM hebben de drie Commissies een aanpak ontwikkeld. Een effectief samenwerkingsverband werd tussen de drie commissies tot stand gebracht, bestaande uit een stuurgroep van de drie voorzitters, onder leiding van de voorzitter van de COGEM en een daaraan rapporterende werkgroep van de drie secretarissen, waarbij de COGEM werd verzocht de coördinatie op zich te nemen. De samenstelling van beide groepen is vermeld in de appendix.

Het proces van totstandkoming bestond in aanvank uit een inventarisatie van relevante trends, voor zover bekend bij de leden van de drie commissies. Daarna werd een lijst opgesteld van in binnen- en buitenland te raadplegen deskundigen. Ook werd een vragenlijst voor de te houden interviews opgesteld. Op basis hiervan zijn een elftal deskundigen binnen Nederland door het COGEM secretariaat geïnterviewd en een tiental prominente kenners van de biotechnologie in het buitenland door het ingehuurd externe adviesbureau Schuttelaar & Partners. De twee achtergrondstudies geven resultaten van deze inventarisaties weer en zijn in een aparte bijlage bij deze trendanalyse opgenomen. De

studie van het COGEM secretariaat bevat tevens gegevens uit de literatuur. Beide rapporten zijn vervolgens op 8 juni 2004 in een gezamenlijke workshop aan de drie commissies gepresenteerd. Het rapport van het COGEM secretariaat volgt als systematiek een indeling naar rode, groene en witte biotechnologie. Deze categorieën betreffen respectievelijk de medische, landbouwkundige en industriële toepassing van biotechnologie. In het rapport van Schuttelaar & Partners wordt een indeling naar de aard van het genetisch gemodificeerde organisme gehanteerd. Dit is bewust nagestreefd om een volledige dekking van invalshoeken van het uitgebreide terrein van de biotechnologie te geven. In deze samenvattende rapportage is ervoor gekozen de voor maatschappelijke inbedding relevante invalshoeken centraal te stellen.

Op basis van de uitgevoerde trendanalyse zijn een twintigtal onderwerpen geïdentificeerd, die mogelijk tot nieuw of hernieuwd maatschappelijk debat zouden kunnen leiden. In werkgroepen zijn deze onderwerpen tijdens de workshop verdiept, teneinde de mogelijke maatschappelijke gevolgen en hun spanningen globaal in kaart te brengen, zonder overigens daarvoor wenselijke oplossingen aan te dragen. Het primaire doel is immers die trends en hun gevolgen te onderkennen waarbij (nieuwe) morele kwesties in het geding kunnen zijn. Een concept rapportage die gebruik maakt van de onderliggende rapporten en de kritiek daarop, is vervolgens afzonderlijk besproken in de drie commissies en in een laatste stuurgroep vergadering van de drie voorzitters van de CBD, de CCMO en de COGEM. Omdat was gevraagd vóór de zomer een eerste trendanalyse op te stellen, moest een snelle en daarmee voorlopige inventarisatie tot stand worden gebracht. Bij de volgende, in principe tweejaarlijkse, trendanalyse kan een meer uitgewerkte en gewogen analyse worden verkregen, waarbij aandacht zal worden besteed aan de vraag welke verschuivingen in waarden kunnen optreden. Bij voorbeeld zullen daarbij vragen over dreigende verschuivingen in het imago van melk, de intrinsieke waarde van het dier en de integriteit van het boerenland aan de orde komen. Desalniettemin menen de drie commissies dat het voorliggende resultaat bruikbare uitkomsten biedt voor regering en parlement.

# 2 | De context van de vraagstelling



Doordat de commissies hun werk zijn begonnen met het vragen aan individuele deskundigen naar hun indrukken op het gebied van nieuwe trends, kwam het accent veelal te liggen op de zich binnen hun biotechnologische expertise voordoende ontwikkelingen. In de gezamenlijke workshop kwam dan ook naar voren dat de context en de maatschappelijke inbedding van de gesignaleerde trends maar beperkt wordt belicht. Daardoor ontstaat al snel een beeld dat bepaalde technologische ontwikkelingen onvermijdelijk en onomkeerbaar zijn.

Er is echter steeds sprake van een context van een specifiek 'technologie-maatschappij ensemble', een context die in de loop van de tijd van aard kan veranderen en waarbij meer keuzevrijheden bestaan dan wanneer vanuit één bepaald paradigma, zoals dat van de vrije markt economie, wordt geredeneerd. Dit laatste kan leiden tot een fatalistische houding ten aanzien van ontwikkelingen binnen de biotechnologie, die sterk worden gestuurd vanuit de belangen van technologisch hoog ontwikkelde landen. Immers, wanneer voorbij wordt gegaan aan de maatschappelijke inbedding van technologie lijkt het onvermijdelijk dat ontwikkelingen overal zullen plaatsvinden, ook als die binnen een regio als onwenselijk worden beschouwd. Hierdoor ontstaat een beeld van een niet te stoppen of te sturen ontwikkeling. Technologie heeft echter een eigen onderliggende sociale code (script), voortkomend uit de maatschappelijke inbedding waar deze wordt ontwikkeld. Daardoor kan er voorbij worden gegaan aan de mogelijkheden om biotechnologie te richten op maatschappelijk gewenste innovaties die voldoen aan de uitgangspunten van duurzame ontwikkeling. Bij het maatschappelijke debat over de morele aspecten van biotechnologische trends moet men zich bewust zijn van deze vaak dreigende context vernauwing. Ook deze trendanalyse zal voor een deel beïnvloed zijn door het bovenbedoelde paradigma van het vrije markt denken en grootschalige technologische oplossingen.

Bovendien moet rekening gehouden worden met grote verschillen in cultuur en levensbeschouwing ten opzichte van andere delen van de wereld waar biotechnologie wordt ontwikkeld. Dit gegeven en het feit dat wordt geredeneerd vanuit een

momenteel dominant paradigma zoals dat van de vrije markt economie, dienen in een latere trendanalyse meer uitgewerkt te worden. Een dergelijke analyse kan de nationale overheden helpen om beter met de mondiale pluriformiteit om te gaan.

Teneinde tot een ordening van de veelheid aan trends te komen is in deze rapportage een gelaagde groepering van thema's aangebracht, die is uitgewerkt van brede naar meer specifieke deelonderwerpen.

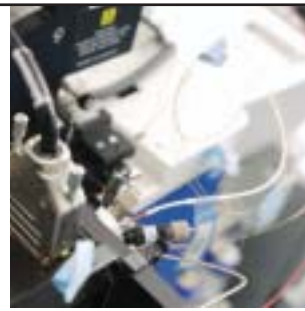
Voor de kernvragen rond de maatschappelijke inbedding van biotechnologie wordt een drietal invalshoeken onderscheiden:

- Maatschappelijke functies van de biotechnologie,
- Biotechnologie-eigen ontwikkelingen,
- Maatschappelijke trends die de context van het debat beïnvloeden.

Deze drie invalshoeken worden in de volgende hoofdstukken uitgewerkt. Daarbij wordt aan de hand van de inhoudelijke trends een verwachting geformuleerd van de vlucht die elke trend in de samenleving zou kunnen nemen en een verwachting van de heftigheid van het maatschappelijke debat. Dit laatste heeft uiteraard een subjectief karakter, dat is bepaald door de kennis van dit moment en het oordeel van de beperkte groep uit de samenleving die wordt gevormd door de commissieleden. De argumenten die naar het oordeel van de commissies mogelijk een rol kunnen spelen in het maatschappelijke debat worden daarbij kort aangeduid, zodat regering en parlement zich gemakkelijker een eigen oordeel kunnen vormen over de noodzaak en de eventuele aard van beleidsmaatregelen.



# 3 | Biotechnologische trends gericht op het realiseren van maatschappelijke doelen



De biotechnologie wordt ingezet voor een steeds breder scala aan maatschappelijke doelen. Twee hoofdpijlers op dit gebied zijn ontwikkelingen die kunnen worden aangeduid met het bevorderen van de menselijke gezondheid in de breedste zin van het woord, ook wel quality of life genoemd, en het bevorderen van de economische productiviteit. Daarnaast komen er steeds duidelijker toepassingen in beeld die milieuvoordelen bieden. Er worden ook toepassingen ontwikkeld in andere categorieën van het maatschappelijke leven, zoals sportprestaties van mensen en dieren, vermaakdieren en defensiedoelinden die in handen van terroristen ook in offensieve zin tegen de samenleving gebruikt kunnen worden.

## 3.1 Quality of life, een terrein met grote verwachtingen

De *quality of life* functie heeft inmiddels een uitgebreide reeks van uitwerkingen, die elk met eigen maatschappelijke dilemma's kunnen worden geconfronteerd.

### Bestrijding van besmettelijke ziekten

Besmettelijke ziekten zoals malaria en slaapziekte worden door vectoren zoals muggen en vliegen overgedragen op de mens. Genetisch gemodificeerde insecten of virussen worden ontwikkeld om bewust in het milieu te worden geïntroduceerd om zo de ziekteoverbrengende populatie te vervangen of sterk te reduceren. De ecologische gevolgen hiervan zijn nog niet ten volle onderzocht.

Verwacht mag worden dat deze vorm van ziektebestrijding in derde wereldlanden een grote vlucht zal nemen en dat deze landen bereid zijn om, met het oog op de te behalen winst op het gebied van de menselijke gezondheid, ecologische risico's te nemen.

Er is een trend naar bewuste introductie in het milieu van genetisch gemodificeerde organismen die besmettelijke ziekten (b.v. malaria) overbrengende populaties vervangen of sterk reduceren. Een zorgvuldige afweging tussen de ecologische risico's en het nut voor de volksgezondheid is van eminent belang.

Verder zijn vaccins in ontwikkeling tegen AIDS en andere gevaarlijke exotische virussen zoals het Ebolavirus en het Marburgvirus, en tegen de recent uitgebroken besmettelijke ziekte SARS. De meeste ontwikkelingen van genetisch gemodificeerde vaccins verkeren nog in de preklinische fase, maar inmiddels zijn drie genetische gemodificeerde vaccins voor dieren op de Europese markt toegelaten.

### Behandeling van chronische ziekten

Er vindt een grote diversiteit aan ontwikkelingen plaats op het gebied van de bestrijding van chronische ziekten zoals kanker, diabetes en hersenziekten zoals de ziekte van Parkinson. Deze ontwikkelingen betreffen vaccins, genterapie, xenotransplantatie, toepassing van probiotica in de voeding en het gebruik van stamcellen.

#### Vaccins

Ook voor chronische ziekten en kanker worden in klinische studies genetische gemodificeerde (gg)-vaccins getest, zoals een vaccin tegen prostaatkanker. Bestonden vaccins in de beginjaren uit geïnactiveerde ziekteverwekkers, de huidige vaccins zijn vaak kreupel gemaakte virussen die een specifiek antigen in zich dragen. Daardoor zijn de vaccins specifieker en veroorzaken zij minder bijwerkingen.

#### Genterapie

De toepassing van genterapie was oorspronkelijk sterk gericht op eenvoudige, monogenetisch bepaalde, erfelijke aandoeningen zoals hemofilie, taaislijmziekte en aangeboren

immuundeficiënties. Dergelijke ziekten zijn vrij zeldzaam en behoren tot de zogenaamde weesziekten. In het verleden zijn grote verwachtingen gewekt met betrekking tot het genezen van tal van (chronische) ziekten. Deze verwachtingen zijn niet waar gemaakt, hoewel er inmiddels wel positieve ontwikkelingen zijn te melden. Momenteel worden toepassingen ontwikkeld voor complexere erfelijke aandoeningen, zoals harten vaatziekten, diabetes en kanker. Het is echter niet erg waarschijnlijk dat op korte termijn grootschalige toepassingen gerealiseerd kunnen worden. Dit heeft tot gevolg dat de farmaceutische industrie uit economisch oogpunt voornamelijk weinig prikkels heeft om zulke toepassingen verder te ontwikkelen. Het ontwikkelen van toepassingen van genterapie voor zowel de complexe chronische ziekten als van de weesziekten zal dan ook sterk afhankelijk blijven van onderzoek in academische centra.

#### Xenotransplantatie

Orgaantransplantatie - bijvoorbeeld het hart, of de nieren - van dieren naar mensen met chronische ziekten is in Nederland verboden, maar elders gaan de ontwikkelingen door. Met behulp van genetische modificatie proberen onderzoekers dierlijke organen zoals varkensnieren te 'vermenselijken' en daardoor afstotingsreacties te verminderen. Verwacht wordt dat in de verre toekomst dergelijke transplanteerbare dierlijke organen voor menselijke patiënten op de Nederlandse markt zullen worden aangeboden.

Een andere toepassing is de rijping van menselijke eicellen in dieren, die mogelijk in de verre toekomst gebruikt kan worden als behandeling van vrouwen die genezen zijn na een antitumorbehandeling.

Er zal in de verre toekomst een aanbod kunnen ontstaan van door genetische modificatie en andere bewerkingen succesvol transplanteerbaar gemaakte dierlijke organen voor patiënten. Dit zal de overheid voor de vraag stellen of het moratorium op xenotransplantatie in alle gevallen moet blijven gelden.

### URINEREN ALS VARKEN

Onlangs is het wetenschappers gelukt om met succes een nier uit een genetisch aangepast varken over te zetten in een baviaan. Door het uitschakelen van een gen in het varken duurde het drie keer langer dan de normale dertig dagen voordat de varkensnier afgestoten werd. Het uitgeschakelde gen codeert voor specifieke suikermoleculen op het celoppervlak van de nier. Het afweersysteem van apen en mensen herkent indringers ogenblikkelijk aan deze moleculen en zet het afweermechanisme in werking. Hoewel slechts een begin, is dit toch weer een stap dichterbij voor xenotransplantatie en het einde van de lange wachtlijsten voor orgaantransplantaties. [Transplantation 75, 2003, Barth et al.]

#### Probiotica in voeding

Micro-organismen, zoals bacteriën en gisten, worden in toenemende mate ingezet in voedingsmiddelen, zoals zuivelproducten, om de gezondheid te bevorderen. Ook worden zij gebruikt voor therapeutische doeleinden. Deze micro-organismen worden met de term probiotica aangeduid. Ze kunnen mogelijk een rol gaan spelen bij het opheffen van bijvoorbeeld lactose intolerantie, bij cholesterolverlaging en ter vermindering van het risico van darmkanker. Genetische modificatie van micro-organismen begint ook bij probiotica mogelijke klinische toepassingen te vinden, bijvoorbeeld in het kader van de bestrijding van de ziekte van Crohn, bij de strijd tegen gebitsaantasting of bij het voorkomen van overgewicht.

#### Stamcellen

Stamcellen zijn cellen die zich nog niet gespecialiseerd hebben. Er zijn twee typen stamcellen: embryonale en somatische (adulte) stamcellen. Embryonale stamcellen kunnen nog alle weefsels van het volwassen organisme vormen. Adulte stamcellen kunnen zich volgens de huidige inzichten in een beperkt aantal celtypen en weefsels specialiseren. De belangstelling voor medische toepassing van stamcellen is zeer groot, omdat hiermee nieuwe weefsels en organen gemaakt kunnen worden die bruikbaar zijn voor weefsel- en orgaantransplantatie. Zij zijn ook belangrijk bij het repareren van weefsels na beschadiging. Embryonale en adulte stamcellen lijken mogelijkheden te bieden om ziekten te genezen, zoals de ziekte van Parkinson of artritis, of om bijvoorbeeld een beschadigd hart na een hartinfarct te herstellen. Zij zouden ook een perspectief kunnen bieden voor de behandeling van auto-immuun ziekten zoals diabetes. Genetische modificatie van embryonale stamcellen kan mogelijk een nieuwe vorm van genterapie worden. Het gebruik van genetisch gemodificeerde adulte stamcellen wordt al geruime tijd onderzocht. Adulte stamcellen afkomstig uit een patiënt worden dan in het laboratorium voorzien van een extra gen of er wordt een defect gen gerepareerd, waarna de gemodificeerde stamcellen in de patiënt worden teruggeplaatst. Zo zouden bijvoorbeeld aangeboren bloedziekten en osteoporose (botontkalk-

### GENTHERAPIE HOUDT OVERSPELIGE PARTNER IN TOOM

Overspelige mannetjesmuizen kunnen door het toevoegen van een gen in een oogwenk veranderen in trouwe echtgenoten. Het gen stimuleert de aanmaak van het hormoon vasopressine. Inbouwen van het gen bij mannetjes van de graslandwoelmuis, die van nature vrije seksuele omgang hebben, had tot gevolg dat deze monogaam werden. Volgens de Amerikaanse onderzoekers wijst de studie uit dat overspelige diersoorten, en misschien ook wel de mens, tot trouw kunnen worden bewogen via genterapie. [Nature 429, 2004, Lim et al.]

### PENSIOENLEEFTIJD VERHOOGD VAN 65 NAAR 400 JAAR

Wetenschappers zijn er in geslaagd om met een combinatie van genterapie en een hormonenkuur het leven van de rondworm *Ceanorhabditis elegans* zes keer te verlengen. Als dat bij de mens ook mogelijk zou zijn zou onze gemiddelde levensduur verlengd kunnen worden naar dik vierhonderd jaar. In de worm werd het gen voor de aanmaak en het gebruik van insuline verzwakt. Een insulinekuur en het verwijderen van het voortplantingsorgaan van de worm zorgde ervoor dat de levensduur van de dieren werd verlengd van achttien tot twintig dagen naar twee tot drie maanden. [Science 302, 2003, Arantes-Oliveira N et al.]

king) genezen kunnen worden. In proefdieren zijn reeds enkele successen geboekt met genetisch gemodificeerde stamcellen. Het onderzoek met embryonale stamcellen staat nu nog in de kinderschoenen en roept ethische vragen op waarop in hoofdstuk 4.2. nader wordt ingegaan.

### Functional foods

De hiervoor beschreven ontwikkelingen kunnen leiden tot nieuwe perspectieven voor ouderen om tot op hoge leeftijd een kwalitatief hoogwaardig leven te leiden. Andere ontwikkelingen in de biotechnologie dragen hieraan wellicht nog verder bij. Zo worden vanuit de witte biotechnologie mogelijkheden geboden om op goedkope wijze vitamines, aminozuren en smaakstoffen te produceren met behulp van genetisch gemodificeerde micro-organismen. Ook de groene biotechnologie kan mogelijk in de toekomst dergelijke producten in de vorm van *nutraceuticals* of *functional foods* aanbieden. De industrie is nog terughoudend met het introduceren van deze producten in het voedselaanbod in verband met de geringe acceptatie bij consumenten van genetisch gemodificeerde organismen en daarmee vervaardigde producten in Europa. Wanneer daar later verandering in zou komen, is een snel groeiend aanbod van voedingsadditieven te verwachten.

### Medicijnen op maat

De farmaceutische industrie ontwikkelt steeds specifiekere geneesmiddelen voor groepen patiënten, een ontwikkeling die met de termen *personalised medicine* of *farmacogenetics* wordt aangeduid. *Farmacogenetics* bestudeert onder andere de rol van de genetische aanleg bij de verwerking van stoffen, waaronder medicijnen, in het lichaam. Daarnaast zal de toenemende kennis over de genetische basis en de biologie van een ziekte leiden tot gerichtere medicijnen. Het uiteindelijke doel is individuele patiënten gericht te behandelen op basis van de genetische ach-

tergrond. Alle grote farmaceutische bedrijven verzamelen op dit moment gegevens over DNA, bloed en weefselbiopsieën van patiënten, in de hoop inzicht te verwerven in de reactie van patiënten op medicijnen in samenhang met hun genetische achtergrond. Het is daarom van belang dat voor het afnemen van lichaamsmateriaal voor toekomstig gebruik een zorgvuldige regeling komt. De grote voordelen van *farmacogenetics* zijn dat wordt voorkomen dat te hoge doseringen aan bestaande medicijnen worden toegediend, leidend tot extra ziekenhuis opnames, en dat de toegediende medicijnen beter werken. Een bijkomend probleem is echter, hoe met de vergaarde kennis van erfelijke aanleg van patiënten voor toekomstige ziekten moet worden omgegaan, zoals onderstaand nader wordt uiteengezet. De trend naar medicijnen op maat zal in de nabije toekomst naar verwachting doorzetten. Daardoor zal voor sommige medicijnen de afzetmarkt per medicijn dalen en de prijs stijgen. Voor andere medicijnen zal de afzetmarkt in de tijd juist kunnen toenemen.

**Naast het beter gebruik van de bestaande bulkmedicijnen zullen specifieke medicijnen op maat ontwikkeld worden. In sommige (maar niet in alle) gevallen zal dat leiden tot duurere medicijnen. Dit zal leiden tot de noodzaak van nieuwe afwegingen in het systeem van vergoedingen voor de kosten van de gezondheidszorg.**

### Predispositie

Door de kennis van het genoom van de mens wordt het steeds beter mogelijk bepaalde erfelijke aandoeningen of een aanleg voor ziekten vroegtijdig te diagnosticeren. De wetenschap dat zich in een later stadium van het leven mogelijk een ziekte kan gaan ontwikkelen, zorgt ervoor dat het onderscheid tussen ziek en gezond vervaagt. Daarbij gaat het meestal om een risico-inschatting waarbij niet zeker is dat de ziekte zich daadwerkelijk zal manifesteren. In sommige gevallen heeft dit implicaties voor de verzekeraarbaarheid van de betrokkenen. Dit geldt bijvoorbeeld bij de ziekte van Huntington en myotone dystrophie,

waarbij de verzekeringsmaatschappijen mogen eisen dat een persoon in deze familie zich laat testen op de aanwezigheid van het betreffende gen. Het is denkbaar dat deze mogelijkheid in de toekomst wordt uitgebreid naar andere ernstige erfelijke ziekten waarbij het hebben van het ziektegen een grote voorspellende waarde heeft op het krijgen van de ziekte. Het is mogelijk dat het steeds beter bekend worden van de erfelijke bijdrage bij ernstige ziekten en latere gezondheidsproblemen zal leiden tot meer en nieuwe spanningen in de verzekeraarbaarheid en de onderlinge solidariteit van verzekeringsnemers.

**Gegevens over predispositie komen in steeds grotere mate van detail ter beschikking. Bij grote voorspellende waarde bij ernstige erfelijke ziekten kan dit leiden tot spanningen in de verzekeraarbaarheid van ziekten en de toelaatbaarheid van uitsluiting door verzekeringsmaatschappijen.**

### Pre-implantatie genetische diagnostiek

Pre-implantatie genetische diagnostiek is een techniek waarbij genetische diagnostiek gecombineerd wordt met voortplantingstechnologie. Aan een in vitrofertilisatie (IVF) behandeling wordt in een zeer vroeg stadium prenatale diagnose toegevoegd. Deze methode is ooit ontwikkeld om te voorkomen dat ouders een kind met een ernstige aandoening krijgen. Met het vrijkomen van genetische data is het echter denkbaar dat de selectie zich niet zal beperken tot genetische afwijkingen, maar dat ouders ook selecteren op een beperkt aantal andere wenselijke eigenschappen zoals het geslacht. Vergaande selectie, bijvoorbeeld op intelligentieniveau of atletisch vermogen is bij de mens echter niet mogelijk.

**Met het mogelijk worden van pre-implantatie genetische diagnostiek kunnen ernstige aandoeningen worden vermeden. De keuzemogelijkheid voor ouders voor de selectie van andere gewenste eigenschappen van het embryo is zeer beperkt.**

### Hedonisme

Sommigen verwachten dat biotechnologie zal worden gebruikt om hedonistische verlangens van de mens te bevredigen, bijvoorbeeld door schoonheidskenmerken van de mens of bestaande kenmerken van volwassenen in de gewenste richting te beïnvloeden, zoals haarkleur, oogkleur etc. Ondanks vele berichten hierover in de pers, zijn de feitelijke mogelijkheden om te werken aan de *genetic enhancement* van de mens beperkt. Het is dan ook niet te verwachten dat dit op afzienbare termijn zal leiden tot ethische dilemma's in Nederland. Zoals eerder vermeld, zal hierop in hoofdstuk 4 nader worden ingegaan.

### Sport

Verwacht wordt dat toepassingen van gendoping bij de mens voorlopig niet effectief zullen zijn en daarom in de nabije toekomst niet gebruikt zullen worden om de sportieve prestaties te verbeteren, bijvoorbeeld door sterkere spierontwikkeling. Eventuele gendoping zal eerst bij sporten met dieren worden toegepast, zoals bij renpaarden in de VS. Naast middelen die in reguliere studies worden getest, zullen er ook middelen uit illegale laboratoria op de markt kunnen worden gebracht. Gendoping zal naar verwachting moeilijk controleerbaar zijn, zeker wanneer lichaamseigen eiwitten worden gebruikt. Het debat over gendoping zal vergelijkbare argumenten kennen als het huidige dopingdebat.

**Gendoping bij de mens is vooralsnog niet effectief en het is niet te verwachten dat gendoping in de nabije toekomst zijn intrede doet bij sportlieden.**

### Voeding

Al is voeding een belangrijk onderdeel van *quality of life*, verbetering van voedingsmiddelen met het oog op een betere smaak, een mooier uiterlijk en een gezondere samenstelling is geen



### MELK ZO STERK ALS (BIO)STAAL

Vliegtuigen, racewagens en kogelvrije vesten gemaakt van spinrag. Als het aan onderzoekers van het Canadese bedrijf Nexia Biotechnologies ligt is dit het toekomstbeeld. Zij maken transgene geiten die in hun melk spinrag produceren, ook wel bio-staal genoemd. Spinrag heeft als bijzondere eigenschap dat het sterker, flexibeler en lichter is dan staal. Waarom geen spinnenfokkerij? Spinnen zijn asociaal en kunnen daardoor niet in grote hoeveelheden worden gehouden. Op de vraag waarom geiten, antwoordt het bedrijf dat hun speciale BELE®-geiten zich sneller voortplanten en sneller tot melkproductie overgaan dan bijvoorbeeld melkkoeien. [nexiabiotech.com]

biotechnologische trend van dit moment. Door de kans op afwijzing van het product door het publiek lopen bedrijven niet graag het risico van een zinloos langdurig ontwikkeltraject dat al gauw tien jaar duurt. De voorkeur gaat doorgaans uit naar conventionele methoden om het product te verbeteren.

## 3.2 De betekenis van biotechnologie voor de economie

### Productie verhoging landbouw

Biotechnologie heeft zich een vaste plaats binnen de landbouwsector verworven. Buiten Europa neemt het areaal genetisch gemodificeerde gewassen sterk toe. Eigenschappen als herbicidentolerantie en insectenresistentie kunnen boeren grote voordelen bieden bij de teelt van hun gewas en maken een verdere intensivering van de productie mogelijk. Genetische modificatie lijkt in de huidige context onlosmakelijk verbonden met een verdere technologiesering van de landbouw gericht op wereldwijd geteelde gewassen en schaalvergroting van productie en verwerking. Door de afwijzende houding van de Europese burgers zal de teelt van deze gewassen in Europa en Nederland sterk achterblijven. De introductie van de teelt van gg-gewassen levert in Europa daarom vooralsnog geen economisch voordeel voor de Europese landbouwsector. Wel zullen andere biotechnologische toepassingen dan genetische modificatie zoals *marker assisted selection* een steeds grotere rol in de Nederlandse landbouwsector gaan spelen.

### Betere product eigenschappen

In de huidige generatie genetisch gemodificeerde (gg-)gewassen zijn hoofdzakelijk eigenschappen van agronomisch belang ingebouwd, zoals herbicidentolerantie en insectenresistentie. In de (nabije) toekomst zal een verschuiving optreden naar de zogenaamde *output* eigenschappen. Dit zijn eigenschappen met directe voordelen voor

de verwerkende industrie of de consument. Dit kunnen kwaliteitskenmerken zijn maar ook aanpassingen waardoor de verwerking van de producten eenvoudiger is. Naar verwachting zal dit een verdere impuls geven aan de teelt van gg-gewassen.

### Functional foods

Voorstanders van genetische modificatie hebben hoge verwachtingen van gg-gewassen met gezondheidsbevorderende componenten, de zogenaamde *functional foods*. Deze zouden de consument een direct voordeel bieden en daarmee de acceptatie van genetisch gemodificeerd voedsel door de consument kunnen veranderen. Een veel genoemd voorbeeld is de *golden rice* die tekort aan vitamine A kan helpen opheffen. Of deze ontwikkeling in de nabije toekomst een grote vlucht zal nemen, wordt betwijfeld. Op dit moment bestaat vaak nog onduidelijkheid over het gezondheidsstimulerende effect van veel onderzochte stoffen. Stoffen waarvan wel onomstotelijk bewezen is dat zij gezondheidsbevorderend zijn, zoals vitamines en aminozuren, kunnen ook op traditionele wijze gemakkelijk aan voedsel worden toegevoegd.

### Stresstoleranties en stapeling van nieuwe eigenschappen

Het inbouwen van stresstoleranties tegen bijvoorbeeld koude, droogte of zout kan in de toekomst één van de hulpmiddelen zijn om de wereldvoedselvoorziening te verbeteren. Verzilting en verdroging behoren immers tot de belangrijkste bedreigingen van het mondiale landbouwareaal. Als gewassen zijn voorzien van dergelijke stresstoleranties kunnen ze verbouwd worden op gronden die voorheen ongeschikt waren voor landbouwactiviteiten. Wel zijn er zorgen of met de huidige kennis de mogelijke ecologische risico's van het inbouwen van dergelijke eigenschappen goed in te schatten zijn. Ook de trend tot het opstapelen van meerdere genen of eigenschappen in één transgeen gewas, en de mogelijke synergetische effecten tussen deze genen, heeft tot zorgen geleid bij sommige ecologen. Hierbij dient wel opgemerkt te worden dat in de klassieke verdeling ruime ervaring is opgedaan met het combineren van verschillende eigenschappen.

### Farmagewassen

Onderzoek naar de productie van geneesmiddelen in planten (*biopharming*) is vooral in de VS ver gevorderd. De betrokken onderzoekers en bedrijven claimen grote economische voordelen en stellen dat de productie in planten veiliger is dan productie in microbiële of diersystemen zoals cellijnen. Wanneer deze wijze van geneesmiddelenproductie slaagt, kan dit grote voordelen opleveren voor de productie en het gebruik van nieuwe geneesmiddelen tegen bepaalde ziekten. Aan *biopharming* kleven ook bezwaren. De voedselketen kan besmet raken, hetzij door vermenigving van producten of door uitkruising met reguliere voedings- en voederplanten. Ketenscheiding en een verantwoorde keus van de soort plant waarin het geneesmiddel wordt geproduceerd, bijvoorbeeld geen voedingsgewassen, worden algemeen als minimale voorwaarden gezien om deze risico's in te perken. Daarnaast wijzen consumentengroeperingen *biopharming* in zijn geheel af en heeft ook de voedselindustrie grote reserves over dit onderwerp.

Farmagewassen zullen binnenkort op de wereldmarkt komen, ook als daarvoor binnen Europa geen draagvlak is. Het langs deze weg produceren van medicijnen kan grote voordelen hebben voor toekomstige patiënten. Gevaren van contaminatie van de voedselketen via het menselijke voedsel of via het veevoer zijn niet denkbeeldig. Voedselveiligheid en risico van maatschappelijke onrust zijn hierbij in het geding.

### Risico beheersing zoogdierplagen

De introductie van exotische diersoorten heeft in sommige landen geleid tot moeilijk te bestrijden dierplagen, zoals konijnen en muizen in Australië, die schade aan oogsten toebrengen en voor maatschappelijke overlast zorgen. Met behulp van genetisch gemodificeerde virussen met een verhoogde effectiviteit zouden deze dieren bestreden kunnen worden. Op andere plaatsen in de wereld probeert men echter door de verspreiding van levende gg-vaccins om (soms dezelfde) dieren te beschermen tegen ziektes. In Spanje

### MALARIAMUG REDT MENSENLEVEN

Wetenschappers zijn bezig het erfelijk materiaal van muggen te veranderen zodat deze de malariaparasiet niet langer meer overdragen. Goede resultaten zijn al gevonden voor malaria bij ratten. Een succesvol vervolg hierop met de humane malariaparasieten lijkt slechts een kwestie van tijd. Vervangen van de schadelijke muggen door deze transgene muggen moet malaria een halt toeroepen. Hoewel al decennialang bestrijding plaatsvindt, wint malaria nog steeds terrein en sterven er jaarlijks miljoenen mensen aan. Met het inzetten van transgene muggen hopen de onderzoekers een nieuw wapen in de strijd tegen malaria te hebben gevonden. [Nature 417, 2002, Lycett & Kafatos]

wil men zo bijvoorbeeld wilde konijnenpopulaties beschermen. Als deze ontwikkeling zich doorzet zullen de geïntroduceerde gg-virussen zich uiteindelijk over de wereld verspreiden en kunnen ze elders tot onbedoelde effecten leiden. In de huidige internationale afspraken is vastgelegd dat landen een milieurisicoanalyse moeten uitvoeren alvorens ggo's in het milieu te introduceren (Biosafety protocol). Bij de besluitvorming worden andere landen echter niet geconsulteerd, noch kunnen ze bezwaren inbrengen. Hierdoor is het mogelijk dat specifieke regionale condities, buiten het land waar de introductie plaatsvindt, veronachtzaamd worden. Daarenboven kan de introductie van een ggo om dierplagen te bestrijden ertoe leiden dat landen handelsbarrières opwerpen in een poging om de ongewenste verspreiding tegen te gaan. Internationale afspraken zullen nodig blijken.

Toepassing van ggo's in een lokaal ecosysteem zullen vaker voorkomen en kunnen onbedoeld elders tot ongewenste gevolgen leiden. De huidige internationale afspraken zijn niet toereikend om deze gevolgen te ondervangen of te reguleren.

### Productie verhoging veeteelt

Genetische modificatie van dieren is in Nederland verboden tenzij er een groot maatschappelijk belang mee is gemoeid. Genetische modificatie van dieren gaat in andere delen van de wereld verder, bijvoorbeeld ten behoeve van productiedoelinden. Gewerkt wordt aan verbetering van kwaliteitseigenschappen, ziekteresistenties en verhoging van de productie. Uiteindelijk zullen deze producten (vlees, melkproducten e.d.) voor toelating op de Nederlandse markt worden aangeboden. De EU-regelgeving lijkt geen ruimte te bieden om dergelijke producten op ethische gronden te weigeren. In hoofdstuk 5.1 wordt hierop nader ingegaan.

### Betere producteigenschappen

Voortdurend wordt onderzoek gedaan om producteigenschappen, zoals de vetzuursamenstelling van het vlees van koeien, te

### GEBRUIK GIFGAS ONTZENUWD

Geen zenuwen meer voor een gifgasaanval. Het Amerikaanse bedrijf Genencor International werkt aan de productie van een enzym dat het gifgas Sarin kan afbreken. Sarin is vooral bekend en berucht geworden door de aanslag met het zenuwgas in de metro van Tokio in 1995. Door de enzymen, die geproduceerd worden door genetisch gemodificeerde micro-organismen, te verwerken in spray's en schuim kunnen grotere oppervlakten behandeld worden. Wie weet treffen we in de toekomst naast de brandblussers en sprinklerinstallaties ook 'Sarin-blussers' aan in metrostations. [Genetic Engineering News 24, 2004, Kerr E]

verbeteren en het product gezonder voor de consument te maken. Een veranderde vetzuursamenstelling kan bijvoorbeeld mogelijk de kans op de ziekte van Alzheimer verminderen of de bloeddruk verlagen.

#### Efficiëntere productie

Door het inbouwen van genen die coderen voor groeihormonen kunnen dieren gecreëerd worden die sneller groeien en efficiënter voedsel omzetten. Inmiddels zijn transgene vissen, zoals zalmen en tilapia's met een verhoogde groeisnelheid gemaakt. Tevens zijn er zoogdieren, schapen, geproduceerd met een extra groeihormoon.

#### Voorkómen grote dierziekten

In verschillende landen wordt gewerkt aan de modificatie van landbouwhuisdieren om resistenties in te brengen tegen dierziekten. Het inbouwen van ziekteresistenties is in veel gevallen gericht op de gezondheid van het dier, maar soms ook op het voorkómen van ziektes bij de mens. Bij dit laatste kan gedacht worden aan ziekten zoals BSE bij koeien of salmonella bij kippen. Bij modificaties om dierziekten tegen te gaan is sprake van een toepassing waarvan het dier direct voordeel heeft. Dit roept de vraag op of transgenese in deze gevallen als ethisch acceptabel gezien zou kunnen worden. Bij een BSE-resistent rund komt de vraag naar voren of de integriteit van het dier dan wel de bescherming van de mens tegen de overigens relatief zeer kleine kans op het oplopen van Creutzfeldt-Jacob, zwaarder weegt.

In de nabije toekomst zullen momenteel als onethisch beschouwde producten, verkregen door genetische modificatie bij dieren, op de Nederlandse markt voor toelating worden aangeboden. Daarbij lijken sommige modificaties het dier tot voordeel te strekken, terwijl andere een duidelijk voordeel bieden aan de consument. De vraag zal zich voordoen of dergelijke importen moeten worden tegengehouden, of dat selectief van het beoogde importverbod zou mogen worden afgezien.

### Levering enzymen voor versnelling van processen

Nergens is biotechnologie zover geïntegreerd in productieprocessen als in de witte of industriële biotechnologie. Genetisch gemodificeerde micro-organismen worden gebruikt bij de vervaardiging van o.a. enzymen. De toepassing van biotechnologie bij industriële productie biedt grote voordelen op zowel economisch als op milieugebied. In de toekomst is in deze sector dan ook een verdere toename van het gebruik van ggo's te verwachten. De nieuwe EU-regelgeving op het gebied van traceerbaarheid en etikettering kan echter eventueel tot een omslag leiden op het gebied van de toepassing van enzymen in voedsel. Onduidelijk is of toevoeging van door ggo's geproduceerde enzymen leidt tot etikettering van deze voedselproducten als ggo. Indien hiertoe besloten wordt, zal een groot aantal producten als zodanig aangemerkt moeten worden. Mogelijk dat detailhandel en consument deze producten zullen gaan mijden met als gevolg dat enzymproducenten zullen teruggrijpen naar traditionele productiemethoden.

### Levering grondstoffen voor de chemie

Bij biotechnologische innovaties binnen de biochemie gaat het ondermeer om het vervangen van klassieke chemische processen door processtappen waarbij gebruik gemaakt wordt van biokatalysatoren (enzymen), en om het vervangen van fossiele grondstoffen door hernieuwbare biologische grondstoffen, met name op basis van plantaardig materiaal. De snelheid waarmee deze ontwikkeling plaatsvindt, wordt bepaald door vele factoren, zoals beschikbaarheid en prijs van fossiele grondstoffen. Op langere termijn wordt een veelbelovende toekomst voorzien voor bioplastics vervaardigd uit bijvoorbeeld glucose. Alleen in bijzondere gevallen zijn hiermee vervaardigde biotechnologische producten nu al concurrerend met uit olie vervaardigde plastics en vezels. Een vervanging van de huidige uit olie gemaakte bulkproducten wordt daarom op korte termijn niet waarschijnlijk geacht. Veel onderzoek richt zich op afbraak van cellulose uit plantenresten tot glucose om de prijs ervan te kunnen verlagen.

### VERPAKKINGSMATERIAAL OM OP TE ETEN

Niet alleen het brood maar ook het plastic verpakkingsmateriaal één en al puur natuur? Het Amerikaanse bedrijf Cargill DOW LLC went biotechnologische technieken aan om uit gewassen zoals graan, vezels te produceren die vergelijkbaar zijn aan synthetische vezels verkregen uit aardolie. Het gebruik van deze 'bioplastics' blijft echter niet beperkt tot verpakkingsmateriaal. Wat te denken van flessen of shirts gemaakt van 'natuurlijk-synthetische' stoffen. Volgens de fabrikant de perfecte combinatie; een stof van een natuurproduct met de voordelen van een synthetische stof. [www.cargilldow.com]

## 3.3 Beoogde milieuvoordelen

Biotechnologie en genetische modificatie worden dikwijls geassocieerd met milieurisico's. Het gaat daarbij vaak om veiligheidsrisico's verbonden aan het gebruik van genetisch gemodificeerde organismen in productiesystemen in de landbouw waarin fysische inperking niet mogelijk is. Biotechnologie kan echter ook gebruikt worden om de milieubelasting van grootchalige productieprocessen terug te dringen. Genetisch gemodificeerde planten kunnen een bijdrage leveren aan het verminderen van het gebruik van pesticiden in vervuilende teelten. Verder kan het gebruik van biokatalysatoren en hernieuwbare biologische grondstoffen bijdragen aan het verminderen van de milieubelasting van productieprocessen binnen de industrie.

### Schonere processen binnen de industrie

Sommige producten die voorheen via klassieke chemische processen werden geproduceerd, worden thans met behulp van biokatalyse gemaakt. Biokatalyse maakt het mogelijk dat de processen bij lagere temperaturen in waterige oplossingen verlopen. Dit leidt tot energiebesparing en een vermindering van het gebruik van organische oplosmiddelen. Een tweede voordeel van biokatalyse is de specificiteit, waardoor er veel minder afvalstromen zijn. Dit laatste is met name belangrijk binnen de fijnchemie. Aangezien vervuilende processen, zoals vervaardiging van textiel en leerlooien, zijn verplaatst naar ontwikkelingslanden kan biotechnologie er ook toe bijdragen dat deze processen aldaar op schonere wijze verlopen. Naar verwachting zal in de toekomst de vervanging van klassieke chemische processen door biotechnologische processtappen zich steeds verder ontwikkelen. De snelheid van deze transitie wordt bepaald door het kostenaspect. Het ontwikkelen van een nieuw proces is duur en tijdrovend en de vereiste investeringen in productiefac-

ciliteiten zijn hoog. Pas bij een bewezen kostenvoordeel zullen producenten overstappen naar andere productieprocessen.

In ontwikkelingslanden zullen specifieke biotechnologische toepassingen worden nagestreefd, waardoor o.a. de EU onder druk kan komen te staan om importen van dergelijke toepassingen uit deze landen voldoende ruimte te bieden.

### Gewasbescherming

Genetisch gemodificeerde gewassen worden door het Nederlandse publiek gezien als een mogelijke milieubedreiging. De gg-gewassen kunnen ook een bijdrage leveren aan de vermindering van het pesticidgebruik in de landbouw. Katoen is een van de meest vervuilende teelten. Door het gebruik van insectenresistente variëteiten kan het gebruik van insecticiden bij deze teelt sterk terug gedrongen worden, zoals onder andere is gebleken in Australië. Ook kan insectenresistente maïs een bijdrage leveren aan de bestrijding van de zogenaamde maïswortelkever. Dit quarantaine-insect verspreidt zich door Europa en wordt thans vanuit de lucht bestreden door bespuitingen met bodeminsecticiden.

## 3.4 De vermaakindustrie maakt zich op

Toepassingen van biotechnologie waren tot op heden voornamelijk gericht op industriële en landbouwkundige productieprocessen en de medische zorg. Nu biotechnologie de kinderschoenen ontgroeit en steeds meer met deze sectoren verweven raakt, zullen haar toepassingen ook in andere gebieden opduiken. Een sector waarvan te voorzien is dat biotechnologie een rol gaat spelen is de 'vermaakindustrie'.



### KAT MET MEERDERE LEVENS

“Kloon nu uw kat”. Met dergelijke advertentieteksten worden Amerikanen overgehaald om, tegen het niet geringe bedrag van 50.000 dollar, hun favoriete huisdieren te klonen. Begin 2002 meldden Texaanse wetenschappers in *Nature* advanced online publication (Taeyoung et al.) dat zij met succes een kat hadden gekloond. Deze kat kreeg de toepasselijke naam CC (Carbon Copy). Het onderzoek werd gefinancierd door het in 2000 opgerichte Californische bedrijf Genetic Savings & Clone, de firma die verantwoordelijk is voor de advertentie. Mocht het baasje ontevreden zijn over het resultaat, geen probleem Genetic Savings & Clone hanteert een niet-goed-geld-teruggarantie. [news.national-geographic.com]

### Dieren met op vermaak gerichte eigenschappen

Dankzij genetische modificatie is het mogelijk dieren te produceren met eigenschappen die geen direct nut hebben anders dan het vermaken van de mens. Het inmiddels befaamde ‘lichtvisje’ is hiervan een voorbeeld. In de toekomst zullen steeds meer van dergelijke toepassingen de kop opsteken. In renpaarden kunnen in de toekomst genen ingebouwd worden die tot verhoging van de snelheid leiden (een vorm van gendoping). Gedacht wordt ook aan transgene huisdieren die geen allergische reactie kunnen opwekken. Behalve genetische modificatie zal ook een toepassing als het kloneren van dieren opgang maken. Op dit moment adverteert een Amerikaans bedrijf met het ‘klonen van uw eigen kat’. De eerste gekloonde kat is al geboren.

Er zullen steeds meer op vermaak gerichte toepassingen van genetische modificatie op de wereldmarkt worden geïntroduceerd. Dit zal een debat oproepen over de mogelijkheden om deze ontwikkelingen elders af te remmen en over de vraag hoe de import en het binnenlandse gebruik van deze organismen effectief te reguleren.

### 3.5 De veiligheid vraagt om verdergaande maatregelen

De aanslagen van 11 september 2001 en de kort daarna verstuurde antrax brieven in Amerika hebben de angst voor bioterrorisme doen oplaaien. Biotechnologie staat hierbij midden in de belangstelling. Er is angst voor mogelijk dual-use van biotechnologisch onderzoek, voor zowel legitieme doeleinden als voor de ontwikkeling van biologische wapens. Verder heeft de vrees voor bioterrorisme geleid tot een versterking van het onderzoek naar vaccins en detectiemethoden voor ziekteverwekkers. Hierbij dient overigens opgemerkt te worden dat de

meeste experts van mening zijn dat de momenteel beschikbare kennis over ziekteverwekkers ruim voldoende is om biologische wapens te produceren en dat biotechnologie waarschijnlijk geen significante bijdrage zal leveren aan bioterrorisme.

### Voorkomen misbruik door terrorisme

De angst voor *dual use* van wetenschappelijke vindingen heeft vooral in de VS tot de roep om maatregelen geleid. Redacteurs van vooraanstaande wetenschappelijke tijdschriften hebben gepleit voor een controlesysteem om publicatie van gevoelige informatie te voorkomen. Veel nieuw onderzoek naar ziekteverwekkers, dat in het kader van bestrijding van bioterrorisme geïnitieerd is, wordt als geheim beschouwd en het is de vraag of de resultaten publiekelijk toegankelijk zullen zijn. De roep om maatregelen zal niet tot de VS beperkt blijven. Wetenschap is een mondiaal gebeuren en maatregelen kunnen alleen effectief zijn als andere landen hiermee instemmen. Vanuit de VS zal dan ook druk worden uitgeoefend op andere landen om vergelijkbare maatregelen te nemen. Ook Nederland zal een standpunt moeten bepalen welke maatregelen zij zinnig acht en waarmee zij kan instemmen.

Het toenemende gevaar van misbruik van kennis van potentieel belang voor bioterrorisme vraagt om bezinning op de vraag welke wetenschappelijke gegevens al dan niet gepubliceerd moeten worden. Over de scheidslijn tussen de vrijheid van de wetenschap, een effectief controle mechanisme en de staatsveiligheid zal opnieuw debat ontstaan.

## 4 | Maatschappelijke vragen rond trends verbonden met de aard van de biotechnologie zelf



In het voorgaande hoofdstuk zijn een aantal biotechnologische ontwikkelingen of trends met hun maatschappelijke en morele implicaties beschreven, die voortvloeien uit de maatschappelijke doelen die worden nagestreefd. Wetenschap leidt echter soms ook zelf tot ontwikkelingen, met eigen morele en maatschappelijke implicaties. Deze zijn niet het gevolg van een doel dat wordt nagestreefd, maar komen voort uit de richting en de methoden van de wetenschappelijke ontwikkelingen zelf. In dit hoofdstuk wordt getracht de belangrijkste trends die inherent zijn aan de ontwikkeling van de biotechnologie zelf, te beschrijven.

### 4.1 Genomics gaat voor verrassingen zorgen

Het *genomics*onderzoek is op dit moment de motor achter de ontwikkelingen in de biotechnologie. Van steeds meer organismen worden de genoomsequenties opgehelderd. Door dit groot-schalige onderzoek naar zowel de samenstelling van genomen als de functie van genen en hun producten, wordt veel kennis verkregen die in alle delen van de biotechnologie ingezet kan worden. Niet alleen komen genen beschikbaar voor de modificatie van planten en dieren, maar ook genetische markers die gebruikt kunnen worden bij veredelingsprocessen. Hierdoor ontstaan er soms ook alternatieven voor genetische modificatie. *Genomics* vormt een belangrijke impuls voor de ontwikkeling van nieuwe productiemethoden in de witte biotechnologie. *Genomics* staat echter als ontwikkeling pas aan het begin. Slechts een klein deel van de mogelijk te vergaren informatie is bekend. Ook het onderzoek naar de functie van genen en de rol van genproducten in het metabolisme staat nog in de kinderschoenen. In 2003 werden met de nieuwe analytische mogelijkheden in een emmer zeewater 148 nieuwe organismen en 1,2 miljoen nog onbekende genen gedetecteerd. Tal van onbekende organismen en genen zullen gekarakteriseerd gaan worden.

### 4.2 Hoge verwachtingen van stamcellen

Onderzoek aan stamcellen zal de komende jaren een grote vlucht nemen. Toepassingen van dit onderzoek zijn tot op heden echter nog beperkt gebleven. De indruk kan ontstaan dat wetenschappers meer beloven dan waargemaakt kan worden. Evenals bij xenotransplantatie zijn levensethische kwesties met stamcelonderzoek verbonden. Stamcellen met de meeste potentie worden uit geaborteerde embryo's die zijn overgebleven na een in vitro fertilisatie behandeling (de zogenaamde rest-embryo's), geïsoleerd. Dit type stamcellen is echter ook maatschappelijk meer omstreven dan de adulte stamcellen. Op dit moment is nog onduidelijk welke type stamcellen (embryonaal of adult) de belangrijkste toepassingsmogelijkheden in de kliniek bieden. Alleen door gedegen onderzoek en kennis vergaring kan deze vraag beantwoord worden. Daarbij zijn embryonale stamcellen ook de eerste stap in therapeutisch kloneren, een techniek waarmee voorkomen kan worden dat bij klinische toepassing de van stamcellen afkomstige getransplanteerde cellen worden afgestoten. De vragen die zich hierbij voordoen zijn onder meer of men onderdelen van de mens mag vervangen en of de toepassing wel de ingreep rechtvaardigt. En bij dieren spelen begrippen als de integriteit en de waarde van het dier een rol. Wanneer te zijner tijd met uitsterven bedreigde diersoorten gekloneerd gaan worden, zouden tegenstanders in medestanders kunnen veranderen.

De rechtvaardiging van de inzet van stamcellen en genetisch gemodificeerde stamcellen van mensen en dieren in verschillende ontwikkelingsstadia zal in het licht van de steeds ruimere toepassingsmogelijkheden voortdurend aanleiding geven tot kritische geluiden. Dit debat zou kunnen verminderen wanneer grote breed gewaardeerde doorbraken worden bereikt.

### SCHONE GENTECH-GEWASSEN

Het inbouwen van antibioticaresistentiegenen voor het selecteren van genetische gemodificeerde gewassen is in de toekomstig overbodig. Dit meldt aardappelconcern AVEBE in een persbericht naar aanleiding van een publicatie in Nature biotechnology [www.nature.com/nature-biotechnology]. Samen met Wageningen Universiteit en Research-centrum heeft AVEBE een betrouwbare en efficiënte methode ontwikkeld waarbij het gebruik van genetische selectiemarkers niet langer noodzakelijk is. De aanwezigheid van antibioticaresistentiegenen in genetisch gemodificeerde planten leid tot veel onrust bij burgers en milieuorganisaties. [Persbericht AVEBE, 10 maart 2003].

## 4.3 Gebruik proefdieren neemt toe

Eén van de meest belangwekkende wetenschappelijke ontdekkingen van de laatste jaren is het verschijnsel van RNA *interference* (RNAi). Deze ontdekking biedt een analysemethode om de functie van genen te onderzoeken. Eén van de mogelijke consequenties van het *genomics*onderzoek en de RNAi techniek is dat het gebruik van proefdieren sterk zal stijgen. De functie van genen wordt onderzocht in dierlijke systemen door met behulp van RNAi technologie de expressie van genen te verlagen. Dit biedt unieke mogelijkheden om de functie van specifieke genen bij groei en ontwikkeling, en ziekte te onderzoeken. Met name biedt deze techniek belangrijke perspectieven om specifieke therapeutische interventies uit te testen. Het gevolg is dat het gebruik van proefdieren niet zal afnemen. De informatie die uit dit proefdieronderzoek wordt verkregen zal evenwel sterk toenemen.

[Het verdwijnen van het perspectief dat gebruik van proefdieren steeds verder zal worden terug gedrongen, kan het debat hierover doen oplaaien. Daar staat tegenover dat het belang van experimenteel proefdieronderzoek bij de ontwikkeling van nieuwe therapieën toeneemt en daarmee vermoedelijk ook de maatschappelijke acceptatie.](#)

## 4.4 Detectie en classificatie worden gecompliceerder

Met het voortschrijden van de wetenschap wordt het mogelijk om bijvoorbeeld transgene planten te produceren die niet eenvoudig als zodanig herkenbaar zijn. De huidige generatie transgene planten bevat vaak een antibioticumresistentiegen, dat

gebruikt is als selectiemarker gedurende het transformatieproces. Bezwaren tegen het gebruik van deze genen hebben ertoe geleid dat alternatieve, markerloze, systemen zijn ontwikkeld. Thans wordt nog gebruik gemaakt van soortvreemde regulatiesignalen om het gen tot hoge productie in de plant aan te zetten. Het is echter ook mogelijk om planteigen promotoren te gebruiken. Het inbouwen van een vreemd gen in een genoom is een willekeurig proces en het is als zodanig gemakkelijk herkenbaar. Er wordt echter gewerkt aan methodes om genen gericht in te bouwen. Zodra dit mogelijk wordt, zal ook de insertie als zodanig niet meer herkenbaar zijn.

[Het niet detecteerbaar worden van genetische modificatie maakt dat deze ingreep zich steeds meer onttrekt aan de huidige controlemogelijkheden. Het beleid zal naar andere aangrijpingspunten moeten uitzien om ontwikkelingen in gewenste banen te leiden, zoals regulering van instellingen en onderzoekers in plaats van hun handelingen](#)

Naar verwachting zullen door de huidige ontwikkelingen binnen *genomics* steeds meer gewas- of soorteigen genen beschikbaar komen. Deze typen genen zullen met het oog op de verbetering van kwaliteitseigenschappen of het verkrijgen van resistenties tegen pathogenen (bijv. *Phytophthora* in aardappel) gebruikt gaan worden, door ze via genetische modificatie in de betreffende planten in te bouwen. Dit betekent dat er nieuwe ggo's geproduceerd zullen worden waarin alleen soorteigen sequenties zijn ingebouwd. Deze transgene planten zijn weliswaar via genetische modificatie geproduceerd, maar bevatten geen transgene sequenties. Zij zijn in feite niet verschillend van klassieke kruisingsproducten. Op korte termijn zal de vraag naar voren komen of de huidige regelgevingpraktijk passend is voor deze ggo's en of dit type ggo's anders geclassificeerd moet worden.

[Het via genetische modificatie produceren van organismen met soorteigen sequenties roept de vraag op of de bestaande regels hiervoor moeten worden aangepast.](#)

# 5 | Trends in de maatschappelijke context die het debat over biotechnologische ontwikkelingen beïnvloeden



Bij een analyse van mogelijke ontwikkelingen in de biotechnologie kan niet voorbij worden gegaan aan veranderingen in de maatschappij. De maatschappij is immers niet statisch, maar continu in beweging. Veranderende inzichten en emoties bij het publiek hebben hun weerslag op de ontwikkelingen in de biotechnologie. Ook ethiek is een dynamisch proces waarbij overtuigingen onderhevig zijn aan verschuivingen. Maatschappelijke acceptatie is een van de sturende krachten bij de implementatie van wetenschappelijke uitvindingen. Daarbij mag ook niet vergeten worden dat Nederland en Europa geen eiland zijn. Zij kunnen zich maar beperkt afschermen voor ontwikkelingen elders in de wereld en zijn nog minder in staat om ontwikkelingen elders effectief te beïnvloeden.

## 5.1 Globalisering rukt op

De toenemende globalisering heeft ook zijn weerslag op de ontwikkelingen in de biotechnologie. Vond vroeger wetenschappelijk onderzoek hoofdzakelijk plaats in West-Europa en de VS, thans wordt er in tal van andere landen baanbrekend onderzoek gedaan. Vooral Aziatische landen zijn sterk in opkomst. In deze landen is biotechnologie tot speerpunt uitgeroepen en worden in deze technieken grote investeringen gedaan. Volgens velen hebben Aziatische landen, zoals Japan, Zuid-Korea en China, Europa op dit gebied al voorbijgestreefd of zullen zij dit binnenkort doen. Dit betekent dat ontwikkelingen steeds vaker buiten Europa zullen plaatsvinden. Dit heeft economische gevolgen omdat deze landen in hoog tempo een biotechnologie-industrie ontwikkelen die concurreert met Europa en de VS. Tevens heeft het tot gevolg dat de nationale mogelijkheden tot sturing van de ontwikkelingen geringer worden.

Op den duur zal het denken vanuit nationale belangen mogelijk minder voorop komen te staan. Verwacht mag worden dat de algemene belangen van de mondiale samenleving meer

dominant worden. Op korte termijn doen zich echter spanningsvelden voor, zoals het steeds vaker aantreffen van producten op de nationale markt die elders - op een voor nationale begrippen onwenselijke wijze - zijn geproduceerd. Europa is echter slechts in beperkte mate in staat zijn markt af te scherm. Dit roept bijvoorbeeld spanningen op ten aanzien van de wens van sommigen om ggo-vrije gebieden in de landbouw te kunnen handhaven.

[Door globalisering neemt de nationale beleidsruimte af om ongewenste ontwikkelingen aan de grens tegen te houden. Het beïnvloeden van nationaal niet gewenste ontwikkelingen wordt lastiger en de druk om elders vervaardigde gg-producten toe te laten neemt toe.](#)

Buiten Europa groeit de teelt van gg-gewassen gestaag. Daarbij zullen ontwikkelingslanden in toenemende mate openstaan voor toepassingen die grote nationale voordelen bieden. Van hen uit zal eveneens de druk op de EU toenemen om minder barrières op te werpen tegen met genetische modificatie vervaardigde producten. Tegelijk is het voor hen van belang dat zij het eigendom behouden van hun inheemse gewassen.

[De teelt van genetisch gemodificeerde gewassen zal buiten Europa sterk toenemen. Eigenschappen zullen worden ingebouwd die voordelen bieden voor de consument en de verwerkende industrie. Vragen zoals coëxistentie en de rol van de overheid hierin zullen indringender gaan spelen.](#)

## 5.2 Omgaan met verschillen in acceptatie in andere regio's

Er bestaan grote verschillen in maatschappelijke acceptatie van biotechnologische toepassingen in de wereld. Deze verschillen in



### UITGESTORVEN TASMAANSE DUIVEL WEER TOT LEVEN

Het 'Australian museum' doet verwoede pogingen om de 'tasmanian tiger' in het Nederlands de tasmaanse duivel of buidelwolf, weer tot leven te wekken. Het laatste exemplaar werd in 1933 gevangen genomen en overleed in 1936 in een dierentuin. Onderzoekers van het museum hebben met succes DNA van een goede kwaliteit geïsoleerd uit een op alcohol bewaarde pup. Gezocht wordt naar een geschikte draagmoeder. De onderzoekers zijn optimistisch en denken in 2010 de eerste pup te kunnen laten zien aan een generatie die genoeg heeft moet nemen met een zwart-wit foto. [www.austmus.gov.au]

acceptatie komen deels voort uit culturele en religieuze opvattingen. Het is de vraag hoe hiermee omgegaan moet worden. Globalisering vraagt om nieuwe vormen van internationale afspraken en een herbezinning op de nationale positie. De huidige internationale afspraken over biotechnologie richten zich op biosafety. Mogelijk moet er ook gestreefd worden naar het maken van afspraken over ethische randvoorwaarden, die wereldwijd in acht genomen moeten worden. Het maken van mondiale afspraken betekent dat er compromissen gesloten moeten worden. Dit houdt in dat ook Nederland gedwongen kan worden haar standpunten opnieuw te evalueren.

Biotechnologische ontwikkelingen die niet met de Nederlandse visie overeenkomen zullen elders toch doorgaan. Een reactie daarop kan zijn een pro-actieve strategie te ontwikkelen om buitenlandse ontwikkelingen zoveel mogelijk in de door Nederland gewenste richting te beïnvloeden, bijvoorbeeld door in een vroeg stadium een dialoog met o.a. nationale overheden te starten om tot gezamenlijk gedragen standpunten te komen, die ook in WTO-verband stand kunnen houden.

## 5.3 Gevolgen van de afnemende bijdrage van de overheid

De Nederlandse overheid heeft, in tegenstelling tot die van andere landen, gekozen voor een bescheiden rol waar het gaat om het stimuleren van biotechnologische innovatie. Onderzoekscentra zijn verzelfstandigd, juist op het moment dat ook het bedrijfsleven haar activiteiten naar elders begon te verplaatsen, om reden van een afwachtend of afremmend overheidsbeleid. Het landbouwkundige onderzoek is daarmee bijvoorbeeld in een moeilijke situatie gekomen. De uitgaven voor R&D in Nederland liggen onder het gemiddelde van de OECD en EU lidstaten. Het aantal ingezette R&D-arbeidsjaren bij

bedrijven op het gebied van biotechnologie was in 2001 (het laatste meetpunt) afgenomen ten opzichte van 1999.

Als gevolg van de afnemende bijdrage van de overheid kennen bedrijven meer onzekerheden, verlopen ontwikkelingen trager, wekken onderzoekers soms te hoge verwachtingen om toch aan nieuwe middelen te komen en vindt innovatie sneller plaats in andere landen zoals Japan, de VS en ook in andere EU landen zoals België. Door deze trend kan de Nederlandse overheid onder druk raken om bijvoorbeeld te focussen op beperkte gebieden van innovatie en om zich te bezinnen op de uitwerking van de gedetailleerde regelgeving.

De huidige biotechnologische innovatie in Nederland blijft achter bij de ontwikkelingen in het buitenland. Dit kan de Nederlandse overheid dwingen tot een herbezinning op haar beleid ten aanzien van innovatie en regelgeving.

## 5.4 Aspecten die verschuiven in het debat

Het maatschappelijke debat rond genetische modificatie in Nederland en Europa is lange tijd beheerst door de afwijzing van de consument van genetisch gemodificeerde landbouw en gg-voedsel. Dit heeft zijn weerslag gehad op de ontwikkelingen binnen maar ook buiten Europa. Europa heeft als afzetmarkt een duidelijke invloed op de internationale ontwikkelingen. Het maatschappelijke debat rond biotechnologie lijkt echter langzaam van richting en intensiteit te veranderen. Veranderingen in maatschappelijke acceptatie kunnen grote gevolgen hebben voor de ontwikkelingen binnen de biotechnologie.

### Gewinning

Het debat rond biotechnologie, aangewakkerd door NGO's zoals *Greenpeace*, vindt al jaren plaats. Bij de media en het grote publiek lijkt een zekere vermoeidheid te bespeuren. De stand-

### RIJST ETEN VOORKOMT MAZELEN

Ingeënt zijn tegen mazelen na het eten van een rijstbloempapje. Australische wetenschappers werken aan een eetbare variant van het mazelen vaccin. De onderzoekers zijn al geslaagd in het produceren van het vaccin in tabaksplanten. Experimenten in muizen hebben aangetoond dat het vaccin werkt en de onderzoekers zijn nu begonnen om het vaccin te testen in primaten. De volgende stap is productie van het vaccin in rijst. Jaarlijks sterven één miljoen kinderen in ontwikkelingslanden aan mazelen. Naar sommige gebieden is het onmogelijk om het vaccin gekoeld te transporteren en er is een gebrek aan opgeleid medisch personeel. [www.med.monash.edu/microbiology].

punten zijn veelal bekend. Daarbij speelt dat rond biotechnologie zich tot op heden geen als zodanig beleefde grote schandalen hebben voorgedaan. In de 25 jaar waarin genetische modificatie in vele laboratoria plaatsvindt, is wereldwijd geen enkel incident te melden waarbij sprake was van een 'ongeval' met ernstig risico voor mens of dier. In dit opzicht zijn in de natuur voorkomende organismen aanzienlijk bedreigender (bijv. SARS, bepaalde influenza-varianten). Het is van belang dat men zich dit realiseert, wanneer genetische modificatie en 'gentechnologie' in isolement wordt bediscussieerd.

Een andere factor is die van gewinning. Biotechnologische toepassingen krijgen een plaats in het leven van alledag. Steeds meer medicijnen zijn van biotechnologische aard en wasmiddelen bestaan deels uit door ggo's geproduceerde bestanddelen. Naarmate het publiek met meer producten - soms nauwelijks herkenbaar, of met een duidelijk voordeel zoals geneesmiddelen - in aanraking komt, kan de risico-ervaring verminderen, de acceptatie groeien en dientengevolge het debat wegebben.

### Het draagvlak voor specifieke toepassingen

Het draagvlak voor specifieke biotechnologische toepassingen kan snel toenemen als er voor de burger duidelijke voordelen zijn. De introductie van genetisch gemodificeerd katoen verloopt stormachtig, maar zonder veel debat in katoentelende landen omdat de voordelen voor de bevolking daar als evident zijn beleefd. Katoenteelt is zeer milieuvriendelijk en gg-katoen vermindert het gebruik van insecticiden aanzienlijk. De voordelen van biotechnologische toepassingen in de medische sector zijn onomstreden en ook in de witte biotechnologie is er geen discussie over de milieuvriendelijkheid. In de landbouw- en veeteeltsector verschijnen in de nabije toekomst naar verwachting toepassingen met een voordeel voor de consument of de verwerkende industrie.

### Hardere acties van tegenstanders te verwachten

Een mogelijke groeiende maatschappelijke acceptatie van genetische modificatie betekent niet dat het aantal acties zal afnemen. Naar verwachting zullen de acties zelfs verharderen. Een

kleinere groep van tegenstanders zal zich feller verzetten, naarmate hun greep op de ontwikkelingen lijkt af te nemen. Zij wijzen genetische modificatie ten principale af, omdat genetische modificatie ervaren wordt als een bedreiging voor hun kernwaarden. Deze groep lijkt niet bereid tot compromissen. Hun acties zullen gericht zijn op sabotage van de ontwikkelingen en minder op het alleen verkrijgen van publicitaire aandacht voor hun standpunten. Deze ontwikkeling heeft zich al deels ingezet. Bij de laatste acties tegen veldproeven in Nederland werden de acties niet meer opgeëist of aan de pers gemeld.

Naar verwachting zal op termijn de maatschappelijke acceptatie van nu nog omstreden toepassingen van biotechnologie toenemen. Dit kan gepaard gaan met een verharding van acties van kleine groepen principiële tegenstanders. De overheid zal geconfronteerd worden met de vraag hoe om te gaan met deze compromisloze tegenstanders.

### Openbaarheid van bestuur onder druk

De locaties waar de veldproeven worden uitgevoerd zijn openbaar. Veldproeven met gg-gewassen worden in Nederland en de rest van Europa bijna stelselmatig vernietigd. Het vernietigen van veldexperimenten heeft, behalve tot frustraties bij onderzoekers, instellingen en bedrijven, geleid tot aanzienlijke schade. Het is mede een factor waarom bedrijven hun activiteiten naar het buitenland verplaatsen. Stemmen gaan op om de locaties van veldproeven geheim te houden of om te volstaan met een meer algemene gebiedsaanduiding, zoals de gemeente waarin de experimenten plaatsvinden. Het dilemma hierbij is of de openbaarheid van bestuur opweegt tegen de door derden geleden schade (onderzoekinstellingen en bedrijven) en tegen de mogelijke schade aan de Nederlandse economie doordat bedrijven hun activiteiten verplaatsen of stoppen.

De problematiek rond vernietiging van veldproeven zal de vraag doen rijzen of openbaarheid van bestuur opweegt tegen geleden schade veroorzaakt door actievoerders.



# 6 | Urgenties en mogelijke toekomstige controverses in het maatschappelijke debat



Opvallend is de grote scepsis in Nederland en Europa ten opzichte van biotechnologie. Deze scepsis betreft zowel het mogelijke nut als de verwachtingen over de haalbaarheid van toepassingen. Dit wordt niet alleen weerspiegeld in een mindere mate van maatschappelijke acceptatie, maar ook in een zekere somberheid die onderzoekers en industrie uitstralen in vergelijking met hun Amerikaanse of Aziatische collega's. De somberheid bij onderzoekers en industrie wordt overigens deels ingegeven door wat zij zien als een falend overheidsbeleid ten aanzien van innovatie en rationele en geïntegreerde nationale wet- en regelgeving. Onderzoek vindt steeds vaker plaats buiten Nederland en bedrijven verplaatsen delen van hun onderzoek in hoog tempo naar het buitenland.

Toch is er een verschuiving te verwachten in de maatschappelijke acceptatie van biotechnologie. Naarmate meer gewinning optreedt en meer producten met een duidelijk voordeel voor consument en burger verschijnen, zal de maatschappelijke acceptatie naar verwachting toenemen. Dit proces kan aanzienlijk versneld worden als er een toepassing komt met een algemeen erkend nut of voordeel voor grote groepen in de samenleving, zoals een gezondheidsbevorderende of genezende werking. Overigens is evenmin uit te sluiten dat zich een ernstig incident voordoet, waardoor juist een grotere weerstand tegen biotechnologische toepassingen postvat.

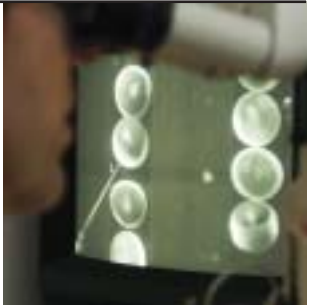
Een toeneming in maatschappelijke acceptatie zal paradoxaal genoeg niet leiden tot een afnemende van acties en verzet tegen genetische modificatie. Het risico bestaat dat kleine groepen overgaan tot vergaande sabotage acties, te vergelijken met de acties van dierbeschermers in Engeland. Aangezien de groepen niet geïnteresseerd zijn in een dialoog of in compromissen, zal de overheid zich moeten bezinnen hoe met deze groepen om te gaan. Negeren zal bij verharding van de acties niet langer mogelijk en wenselijk zijn. Gezien de ongrijpbaarheid van deze groepen bestaat de kans dat de samenleving reageert met geheimhouding en verharding. Hierdoor kunnen democrati-

sche principes, zoals openbaarheid van bestuur, in de knel komen.

In de voorgaande hoofdstukken zijn een twintigtal thema's geïdentificeerd die hoog scoren voor het maatschappelijke debat. De volgende thema's hebben naar de mening van de commissies daarbij prioriteit, vanwege hun invloed op de samenleving en de te verwachten intensiteit van het maatschappelijke debat:

- Diagnostiek waarbij het 'dragen' van bepaalde genen een belangrijke bijdrage levert aan het ontstaan van een ernstige ziekte, in relatie tot betrouwbaarheid van de gegevens en de verzekering voor bepaalde ziekten,
- Bezinning op de invloed van globalisering op de rol van nationale beleidsvorming, zoals die ten aanzien van
  - importen van genetisch gemodificeerde organismen (b.v. vissen) en daarvan afgeleide producten,
  - coëxistentie mogelijkheden in de landbouw en
  - mogelijkheden tot beïnvloeding van internationale ontwikkelingen,
- Discussie over de maatschappelijke toepassingen van embryonale stamcellen,
- Ecologische risico's van bewuste introductie van genetisch gemodificeerde organismen in het milieu om dierplagen te bestrijden dan wel om diersoorten te beschermen tegen ziektes,
- Farmagewassen en de veiligheid en integriteit van voedsel,
- Mate van openbaarheid van bestuur in het licht van misbruik van informatie over vergunningen voor proefnemingen, door harder verzet.
- Toepassing van genetische diagnostiek, waarbij enerzijds het screenen van ernstige aandoeningen mogelijk wordt en anderzijds het selecteren op wenselijke menselijke eigenschappen bij pre-implantatie van embryo's aandacht zal vragen.

# Appendix



## Samenstelling van de stuurgroep en de werkgroep

### Stuurgroep

- Prof dr J van der Meer (waarnemend voorzitter CCMO), lid
- Prof dr E Schroten (voorzitter CBD), lid
- Dr ir F van der Wilk (secretaris COGEM), secretaris
- Prof dr ir B C J Zoeteman (voorzitter COGEM), voorzitter en tevens aanspreekpunt voor de werkgroep

### Werkgroep

- Dr M J H Kenter (secretaris CCMO), lid
- Drs mr H Lommers (secretaris CBD) lid
- Dr ir F van der Wilk (secretaris COGEM), coördinator

